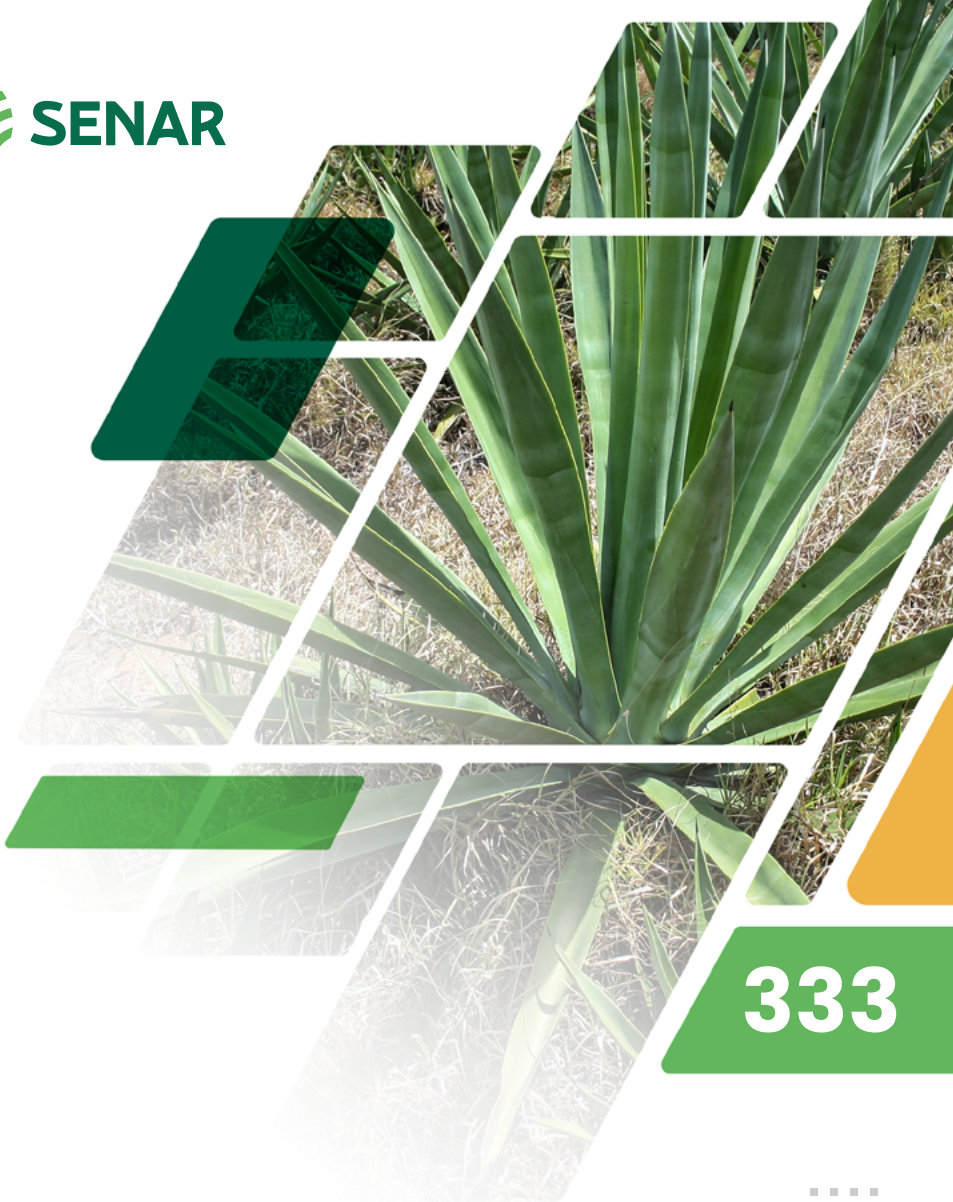
SENAR



333

SISALICULTURA:
A CULTURA DO SISAL

COLEÇÃO SENAR

Presidente do Conselho Deliberativo
João Martins da Silva Junior

Entidades Integrantes do Conselho Deliberativo
Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA
Confederação dos Trabalhadores na Agricultura - CONTAG
Ministério do Trabalho e Emprego - MTE
Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA
Ministério da Educação - MEC
Organização das Cooperativas Brasileiras - OCB
Confederação Nacional da Indústria – CNI

Diretor Geral
Daniel Klüppel Carrara

Diretora de Educação Profissional Adjunta
Fabíola de Luca Coimbra Bomtempo

© 2024, SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL – SENAR

Todos os direitos de imagens reservados. É permitida a reprodução do conteúdo de texto desde que citada a fonte.

A menção ou aparição de empresas ao longo desta cartilha não implica que sejam endossadas ou recomendadas por essa instituição, em preferência a outras não mencionadas.

COLEÇÃO SENAR – CARTILHA 333
SISALICULTURA: PRODUÇÃO DE FIBRA VEGETAL E SUBPRODUTOS

COORDENAÇÃO TÉCNICA
Gabriel Zanuto Sakita

EQUIPE TÉCNICA
Mateus Moraes Tavares

FOTOGRAFIA
Banco Senar

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural.
Sisalicultura: produção de fibra vegetal e subprodutos. / Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. 1ª. Ed. – Brasília: Senar, 2024.
166 p; il. 21 cm (Coleção Senar, 999)
ISBN: 978-85-7664-293-0
1. Sisal. 2. Fibra. 3. Sisalicultura. 4 Agave. II. Título.
CDU: 633.5

Sumário

SAÚDE E SEGURANÇA NA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA 17

INTRODUÇÃO 20

I. CONHECER A PLANTA SISAL 22

1. CONHEÇA A CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO SISAL 26
2. CONHEÇA A ESTRUTURA DO SISAL 27

II. IMPLANTAR A CULTURA DO SISAL 42

1. ENTENDA O MELHOR CLIMA PARA O SISAL 44
1. ESCOLHA O MELHOR TIPO DE SOLO PARA O SISAL 44
3. ENTENDA O PREPARO DO SOLO PARA O SISAL 46
4. CONHEÇA AS CULTIVARES DE SISAL 55
5. ESCOLHA AS MUDAS PARA PLANTIO 57
6. CONHEÇA AS FORMAS DE PLANTIO DO SISAL 63
7. CONHEÇA OS TRATOS CULTURAIS DO SISAL 71

III. COLHER O SISAL 88

1. ENTENDA O CORTE DAS FOLHAS DE SISAL 92
2. ENTENDA O TRANSPORTE DAS FOLHAS DE SISAL 98

IV. REALIZAR OPROCESSO DE PÓS-COLHEITA DO SISAL 101

1. CONHEÇA O DESFIBRAMENTO DA FOLHA DE SISAL 103
2. ENTENDA OS PROCESSOS DE LAVAGEM, SECAGEM E LIMPEZA DA FIBRA 110
3. ENTENDA A SELEÇÃO E A CLASSIFICAÇÃO DA FIBRA 119
4. CONHEÇA O ENFARDAMENTO DA FIBRA 125

Sumário

V. REALIZAR A RENOVAÇÃO DAS ÁREAS DE SISAL 131

VI. CONHECER AS FORMAS DE APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DO DESFIBRAMENTO DE SISAL 135

1. CONHEÇA O APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE SISAL 137

VII. CONHEÇA ALGUNS PRODUTOS FEITOS COM A FIBRA DO SISAL 149

CONSIDERAÇÕESFINAIS 157

REFERÊNCIAS 159

FOTOS E ILUSTRAÇÕES

1. Planta de sisal (Agave sisalana Perrine) em um sisalal 22
2. Fibras de sisal beneficiadas prontas para comercialização. 23
3. Sisal recém colhido, demonstrando o crescimento das folhas em disposição circular em forma de roseta. 25
4. Planta adulta do sisal (planta-mãe) com a proliferação de rebentos (plantas-filhas) a partir das raízes. 27
5. Rebento do sisal, ou planta-filha, produzida por meio da reprodução vegetativa da planta-mãe. 28
6. Pseudocaule do sisal exposto após o corte das folhas. 29
7. Planta de sisal com a proliferação descontrolada de rebentosa 31
8. (a) Acúleos presentes nas pontas das folhas; (b) folhas com presença de espinhos nas laterais; (c) folhas sem a presença de espinhos nas laterais. 32
9. Tecido interno da folha de sisal. 33
10. Fibras da folha do sisal após a remoção parcial da mucilagem. 34
11. (a) Flecha do sisal ou escapo floral; (b) sisalal emitindo flechas, sinalizando o encerramento do ciclo de vida das plantas. 35
12. (a) Flores do sisal; (b) flor hermafrodita do sisal em corte longitudinal, expondo as 5 estruturas masculinas e 1 estrutura feminina ao centro da flor. 36
13. (a) Fruto verde do sisal; (b) fruto do sisal amadurecido 37
14. (a) Detalhe das sementes do sisal em fruto verde; (b) detalhe das sementes do sisal em fruto maduro prontos para dispersão; (c) disposição das sementes no interior do fruto maduro 38

FOTOS E ILUSTRAÇÕES

15. (a) Haste floral após amadurecimento dos bulbilhos; (b) bulbilhos em diferentes fases de desenvolvimento presentes em uma mesma haste floral; (c) lançamento das raízes adventícias a partir dos bulbilhos. 39

16. Divisão da área de plantio em glebas e representação do caminhamento em zigue-zague para coleta das amostras simples do solo 46

17. Limpeza da área para coleta da amostra simples de solo 47

18. Coleta de solo em 15 a 20 amostras simples, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 centímetros, que são homogeneizadas e armazenadas em sacos plásticos, identificadas e enviadas para análise em laboratório. 48

19. Distribuidora de sólidos tipo lancer acoplada ao trator 52

20. Cultivares de sisal (a) Híbrido 11648; (b) Agave sisalana Perrine 54

21. Bulbilhos para a produção de mudas. 56

22. Rebentos ao redor da planta-mãe 58

23. Rebentos coletados para a produção de mudas 59

24. Plantio de sisal em fileira simples 62

25. Plantio de sisal com espaçamento mecanizável 63

26. Plantio de sisal em firas duplas em espaçamento 4 x 1 x 1 metros. 64

27. Plantio de sisal consorciado com pastagem 66

28. Plantio consorciado no sistema ILP – (a) ILP com bovino leiteiro; (b) ILP com ovinocultura 68

29. (a) Roçado semimecanizado com a roçadeira costal em plantio estabelecido; (b) detalhe do disco metálico utilizado no processo de roçagem semimecanizada. 70

30. Roçagem manual com a foice 70

FOTOS E ILUSTRAÇÕES

31. EPIs no processo de roçagem do sisal 71

32. (a) Pilha de resíduos originados do processo de desfibramento do sisal; (b) cobertura do solo utilizando o resíduo de sisal 72

33. (a) Sisalal com crescimento desordenado dos rebentos; (b) sisalal com controle de proliferação dos rebentos 73

34. Remoção de cepas e controle da proliferação de rebentos 74

35. (a) Folhas apresentando sinais da antracnose; (b) detalhe do sinal da antracnose na folha do sisal; (c) sinais da antracnose na fibra do sisal 78

36. Plantas de sisal infectadas pela podridão vermelha 79

37. Calumbi infestando o sisalal 83

38. Planta de pau-de-rato crescendo em área de sisal 84

39. Planta de sisal antes do processo de limpeza das folhas velhas para início da colheita 91

40. Planta de sisal após o processo de limpeza e colheita das folhas 92

41. Detalhe do corte da folha de sisal 93

42. Detalhe da remoção dos acúleos da ponta das folhas antes do corte do sisal 94

43. Sequência de posicionamento da faca e processo de colheita das folhas do sisal 94

44. Cortador realizando o corte e o enfeixamento das folhas de sisal 96

45. Detalhes do uso de animais no transporte das folhas do sisal no interior da propriedade. 97

46. Detalhes do empilhamento das folhas recém-colhidas para processo de desfibramento 98

47. Desfibradora móvel de sisal e de corte do tipo transversal, desenvolvida por José Faustino Santos, denominada Faustino DSF IX. 103

FOTOS E ILUSTRAÇÕES

48. Processo de desfibramento mecanizado do sisal. (a) Operador abastecendo a máquina com folhas do sisal; (b) detalhe da mesa de abastecimento e esteira de transporte; (c) processo de desfibramento enquanto a mucilagem é direcionada para fora da máquina; (d) varal de recepção das fibras; (e) detalhe das fibras após o processo de desfibramento 104

49. (a) Resultado do processo de lavagem mal manejado, apresentando resíduos aderidos à fibra; (b) resultado do processo de lavagem bem executado, apresentando fibras livres de resíduos. 109

50. (a) Varal do tipo estrado para secagem das fibras; (b) varal do tipo triângulo para secagem das fibras – visão superior; (b) varal do tipo triângulo para secagem das fibras – visão inferior. 111

51. (a) Medidor do teor de umidade; (b) processo de medição do teor de umidade em feixes de sisal. 113

52. (a) Fibras de sisal secas antes do processo de batimento; (b) fibras de sisal após o processo de batimento 114

53. Equipamento batedeira usado na limpeza de fibras de sisal 115

54. Batedeira de fibra de sisal em funcionamento 116

55. (a) Prensa hidráulica de caixa fixa; (b) prensa hidráulica de caixa móvel; (c) fibras de sisal prensadas em fardos 124

56. Fardos de fibras devidamente identificadas 127

57. Substituição das plantas-mães pelos rebentos 131

58. (a) Resíduo sólido de mucilagem ou polpa; (b) resíduo sólido de fibras curtas ou bucha 135

59. (a) Silagem produzida com mucilagem de sisal; (b) feno produzido com mucilagem de sisal; (c) mucilagem in natura para oferta aos animais. 136

60. Peneira rotativa usada para a separação da mucilagem para alimentação animal 139

FOTOS E ILUSTRAÇÕES

61. Operação da peneira rotativa para separação da mucilagem. 140
62. Etapas do processo de fenação da mucilagem do sisal 142
63. Saco plástico impermeável utilizado na produção de silagem de sisal 144
64. Bobinas de fios de sisal – baler twine 149
65. (a) Espessuras de cordas em mm utilizando a fibra do sisal; (b) corda de sisal para uso naval. 151
66. Processo de produção de tapetes a partir da fibra de sisal 153

GRÁFICOS E INFOGRÁFICOS

Tabela 1 – Comparação entre os tipos de plantios simples e duplo. 67

Tabela 02 Recomendação de fósforo (P) e potássio (K) para cultura do sisal, de acordo com os níveis de P e K extraído pelo método de Mehlich. 77

Tabela 3. Classificação da fibra de sisal 122

Este e-book é interativo.

Nele, você encontrará links interativos para complementar sua leitura, permitindo que você navegue pelos conteúdos de acordo com os seus interesses e necessidades. Poderá avançar ou voltar página ou mesmo retornar para o sumário.

Aproveite todos os recursos disponíveis, navegue e fique à vontade para explorar todas as possibilidades, aprofundando seu conhecimento sobre o tema.

Para ver e ouvir.

Para assistir ao vídeos, basta clicar no play do vídeo.

Você pode aumentar, diminuir ou assistir em tela cheia.

Para ouvir os áudios, basta clicar no play.

Você pode pausar ou recomeçar.

APRESENTAÇÃO

O elevado nível de sofisticação das operações agropecuárias definiu um novo mundo do trabalho, composto por novas carreiras e oportunidades profissionais, em todas as cadeias produtivas.

Do laboratório de pesquisa até o ponto de venda no supermercado, na feira ou no porto, as pessoas precisam desenvolver habilidades e competências como capacidade de resolver problemas, pensamento crítico, inovação, flexibilidade e trabalho em equipe.

O Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (Senar) é a escola que dissemina os avanços da ciência e as novas tecnologias, capacitando o público rural em cursos de Formação Profissional Rural e Promoção Social, por todo o país.

Conquistar melhorias e avançar socialmente e economicamente é o sonho de cada um de nós. A presente cartilha faz parte de uma série de títulos de interesse nacional que compõem a Coleção Senar. Ela representa o comprometimento da instituição com a qualidade do serviço educacional oferecido aos brasileiros do campo e pretende contribuir para aumentar as chances de alcance das conquistas a que cada um tem direito.

As cartilhas da Coleção Senar também estão disponíveis em formato digital para download gratuito no site **senarplay.org.br** e em formato e-book no aplicativo (app) Estante Virtual da Coleção Senar disponível nas lojas Google e Apple.

Uma excelente leitura!
Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – Senar

SAÚDE E SEGURANÇA NA ATIVIDADE AGROPECUÁRIA

NORMA REGULAMENTADORA Nº 31 – NR-31

A Norma Regulamentadora nº 31, mais conhecida como NR-31, determina as regras relativas à saúde e à segurança no trabalho ligadas às atividades de agricultura, silvicultura, pecuária, aquicultura e exploração florestal. Seu objetivo é definir os procedimentos a serem cumpridos tanto pelos trabalhadores quanto pelos empregadores rurais, de forma a tornar compatíveis o planejamento e o desenvolvimento das atividades do setor com a prevenção de acidentes e doenças relacionadas ao trabalho rural.

A norma se aplica a quaisquer atividades da agricultura, pecuária, silvicultura, exploração florestal e aquicultura, verificando os locais onde ocorrem e as relações de trabalho e emprego. É aplicada, também, na exploração industrial em estabelecimento agrário, considerando-se as atividades relacionadas ao primeiro tratamento dos produtos agrários *in natura*, sem transformá-los em sua natureza, tais como:

I – O beneficiamento, a primeira modificação e o preparo dos produtos agropecuários e hortigranjeiros e das matérias-primas de origem animal ou vegetal para posterior venda ou industrialização; e

II – O aproveitamento dos subprodutos oriundos das operações de preparo e modificação dos produtos *in natura* referidos no item anterior.

Nesse sentido, o Senar possui uma coleção de cartilhas específicas, que trazem, de forma comentada, em linguagem simples, todas as exigências da regulação normativa.

Conheça a coleção e adeque suas atividades às regras de saúde e segurança. Acesse a estante virtual do Senar ou baixe o aplicativo para celular.

Os títulos são os seguintes:

302 – Legislação NR-31: Objetivos, aplicabilidade e dispositivos gerais.

303 – Legislação NR-31: Programa de Gerenciamento de Riscos no Trabalho Rural (PGRTR).

304 – Legislação NR-31: Serviço Especializado em Segurança e Saúde no Trabalho Rural (SESTR).

305 – Legislação NR-31: Comissão Interna de Prevenção de Acidentes do Trabalho Rural (CIPATR).

306 – Legislação NR-31: Medidas de proteção pessoal.

307 – Legislação NR-31: Agrotóxicos, aditivos, adjuvantes e produtos afins.

308 – Legislação NR-31: Ergonomia.

309 – Legislação NR-31: Transporte de trabalhadores.

310 – Legislação NR-31: Instalações elétricas.

311 – Legislação NR-31: Ferramentas manuais.

312 – Legislação NR-31: Segurança no trabalho em máquinas, equipamentos e implementos.

313 – Legislação NR-31: Secadores, silos e espaços confinados.

314 – Legislação NR-31: Movimentação e armazenamento de materiais.

315 – Legislação NR-31: Trabalho em altura.

316 – Legislação NR-31: Edificações rurais.

317 – Legislação NR-31: Condições sanitárias e de conforto no trabalho rural.

INTRODUÇÃO

A sisalicultura é a atividade agrícola dedicada ao cultivo do sisal, uma planta do gênero Agave. Originário do México, o sisal adaptou-se muito bem ao clima semiárido, especialmente em regiões do Nordeste brasileiro, onde é amplamente cultivado. Essa atividade tem grande importância econômica e social para comunidades rurais, sendo fonte de emprego e renda.

Principais Produtos e Subprodutos do Sisal

Fibras Naturais:

A fibra do sisal é o principal produto da planta, utilizada para fabricar cordas, sacos, tapetes, e outros itens de artesanato e decoração. É valorizada por sua resistência, durabilidade e biodegradabilidade.

Resíduo da Folha:

Após a extração das fibras, o resíduo da folha pode ser aproveitado na produção de ração animal, adubo orgânico e biogás, promovendo sustentabilidade no processo produtivo.

Pó do Sisal:

O pó gerado durante o processamento das fibras é usado na fabricação de papel e outros materiais industriais, como isolantes e componentes para compostagem.

A sisalicultura destaca-se como uma atividade sustentável, pois praticamente todas as partes da planta são aproveitadas, contribuindo para o desenvolvimento regional e para a preservação ambiental.

SENAR

Coleção Senar

I. CONHECER A PLANTA SISAL

I. CONHECER A PLANTA SISAL

O sisal (*Agave sisalana Perrine*) foi introduzido na Bahia, mais precisamente no município de Santaluz, situado na região sisaleira, por volta de 1910. No entanto, sua exploração comercial teve início apenas no final da década de 1930. É uma cultura que desempenha um papel socio-econômico importante na região Nordeste do Brasil, principalmente em áreas de pequenos produtores com propriedades menores que 15 hectares. Baseada no trabalho familiar, o sisal é uma fonte de geração de renda e emprego, exercendo um papel significativo na fixação da população no campo na região semiárida nordestina, muitas vezes representando a única opção agrícola viável com resultados econômicos positivos.

Imagem 1 Planta de sisal (Agave sisalana Perrine) em um sisalal.

O estado da Bahia lidera a produção de fibra de sisal no Brasil, contribuindo com mais de 90% do total. Essa cultura está presente em 68 municípios baianos, com destaque para a região sisaleira, que abrange municípios como Conceição do Coité, Santaluz, Valente, Araci, entre outros. Além da Bahia, Paraíba e Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte também têm participação na produção.

A maior parte da fibra de sisal produzida é destinada ao mercado internacional, seja na forma bruta ou manufaturada.

Imagem 2 Fibras de sisal beneficiadas prontas para comercialização.

1. CONHEÇA A CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO SISAL

O sisal é uma planta perene, de longo ciclo de vida e longo período produtivo, classificada como *monocotiledônea* — que possui um cotilédone, folha modificada que transmite nutrientes na fase inicial da planta. Pertencente à família *Agavaceae*, subfamília *agavoideae*, gênero *Agave* e subgênero *Euagave*. O gênero Agave engloba cerca de 300 espécies nativas das zonas tropicais e subtropicais da América do Norte e América do Sul.

Popularmente conhecida como sisal ou agave, é a única espécie do gênero *Agave* cultivada comercialmente no Brasil para produção de fibra. No entanto, existem outras espécies usadas como plantas ornamentais, que provavelmente você já viu em praças e parques urbanos. No México, país de origem, destaca-se o agave-azul, ou tequilana, utilizado na produção de tequila, e o *Agave fourcroydes Lemaire*, conhecida como agave-branco, sisal-branco, cabinho ou henequém. As fibras desse último são tecnologicamente menos resistentes que as do sisal e geralmente são empregadas na fabricação de *binder twine*, fios de enfeixar ou amarrar.

O sisal é a principal fibra dura, de origem vegetal, produzida no mundo, sendo sua produção correspondente a mais da metade de fibras desse tipo. Atualmente, os maiores produtores mundiais são: Brasil, Tanzânia, Quênia, Uganda, Moçambique, Angola e México. Além de maior produtor, o Brasil é o principal exportador de sisal, com estimativa de 80% da produção brasileira ser direcionada ao mercado externo.

2. CONHEÇA A ESTRUTURA DO SISAL

O sisal (*Agave sisalana Perrine*) é uma planta caracterizada por um sistema radicular abundante e ramificado, que se estende horizontalmente no solo por 1,5 a 3 metros, alcançando uma profundidade de 30 a 40 centímetros. Seu tronco é curto e espesso, podendo atingir de 1,7 a 2 metros. As folhas são rígidas, lisas e apresentam uma coloração verde-glauca brilhante, em forma de espada, medindo de 10 a 15 centímetros de largura por 1 a 2 metros de comprimento. Elas se in-

Imagem 3 Sisal recém colhido, demonstrando o crescimento das folhas em disposição circular em forma de roseta.

serem no tronco em forma de espiral ascendente, formando rosetas, e apresentam espinhos arredondados em suas extremidades. É uma planta com bastantes folhas, em média de 80 a 100 folhas na fase madura.

As agaves são plantas perenes que geralmente assumem forma de rosetas devido à disposição circular de suas folhas, que crescem em espiral. Essas folhas são regularmente suculentas, caracterizadas por serem grossas, achatadas, fibrosas, de consistência dura e com terminação afilada no ápice, quase sempre com margens não espinhosas.

Sendo plantas monocárpicas, florescem apenas uma vez durante o ciclo vegetativo e, posteriormente, morrem.

O *Agave sisalana* é uma das 300 espécies conhecidas de agave no mundo, das quais 75% se desenvolvem no México. Essa planta se reproduz vegetativamente (clones), principalmente por estruturas chamadas de rebentos ou perfilhos, que são removidos quando atingem uma altura de 30 a 40 centímetros.

2.1. RAÍZES

O sisal apresenta um conjunto de raízes fibroso que emerge da base do talo ou estolão (pseudocaule/roseta) e possui dois tipos de raiz: a primária e perene, resultante do desenvolvimento de uma radícula, uma pequena raiz primária, de bulbos ou rebentos; e raízes secundárias, com formato ramificado, que se estendem lateralmente a uma distância média de 1,5 a 3 metros da planta em áreas de cultivo.

Imagem 4 Planta adulta do sisal (planta-mãe) com a proliferação de rebentos (plantas-filhas) a partir das raízes.

Essas raízes, chamadas de fixadoras, são responsáveis pela fixação da planta ao solo, exercendo um papel crucial na prevenção da erosão quando cultivada em áreas de en-

costas ou ladeiras. Possuem diâmetro de 2 a 4 milímetros e se ramificam para que a planta suporte o peso das folhas e do caule que sustenta as flores. Sua coloração é marrom e possuem formato enrugado devido à suberização, que é a produção e a liberação de uma cera produzida pela planta para proteger a ponta da raiz quando ela cresce no solo.

Imagem 5 Rebento do sisal, ou planta-filha, produzida por meio da reprodução vegetativa da planta-mãe.

A maioria das raízes concentra-se a uma profundidade de 10 a 25 cm no solo, exercendo a função de fixação e sustentação a planta. Além disso, dão origem às raízes alimentadoras, responsáveis pela absorção da água e nutrientes

da solução do solo. As alimentadoras apresentam diâmetro menor, entre 1 e 2 mm, e, dependendo das condições de fertilidade do solo, se desenvolvem em grande número, aumentando de tamanho ao longo do tempo. Durante a fase de envelhecimento do sisal, a partir dos 8 anos, as raízes alimentadoras iniciam o processo de morte.

2.2. TALO OU TRONCO

A planta do sisal possui o caule pouco desenvolvido e em formato cilíndrico. Por não ser um caule verdadeiro, ela é classificada como acaulescente. O tronco rizomatoso, ou eixo principal, é o local onde estão inseridos as folhas e o broto terminal. O pseudocaule do sisal pode atingir uma altura de até 1,20 metro e diâmetro de 20 centímetros. Seu crescimento se dá, em média, até os 2 anos após o plantio, momento no qual a planta atinge a fase adulta e iniciam-se os processos regulares de corte de suas folhas. A partir desse momento, a planta cresce somente na vertical (para cima), interrompendo seu crescimento lateral.

Imagem 6 Pseudocaule do sisal exposto após o corte das folhas.

2.3. RIZOMAS

O sisal desenvolve rizomas, um caule subterrâneo alongado, contendo gemas, estruturas com células em constante divisão. Os rizomas localizam-se na base da planta, abaixo do nível do solo, com um diâmetro variando de 1,5 a 3 cm, e crescem em forma longitudinal, apresentando diferentes comprimentos e a uma profundidade que varia entre 5 e 15 cm. Apresentam cor branca, com pequenos primórdios foliares, estruturas que dão origem às folhas e que protegem as gemas. Cada broto possui aproximadamente 2 a 3 cm de comprimento, composto por uma fina camada de cera (lignina) e com um pequeno espinho na extremidade.

Geralmente, as gemas permanecem em estado dormente, com exceção das localizadas na ponta dos rizomas que, a partir do segundo ou terceiro ano vegetativo da planta, começam a dar origem a uma nova planta, chamada "rebento". Quando o rizoma é curto, o rebento pode emergir da base da planta-mãe, mas, em sua maioria, ele cresce aproximadamente 2 metros para alcançar a superfície do solo e originar um novo rebento. Uma planta-mãe como a *Agave sisalana* poderá produzir de 5 a 10 rizomas, enquanto outros genótipos, como o Híbrido 11648, têm capacidade de emitir entre 30 e 50 rizomas.

Imagem 7 Planta de sisal com a proliferação descontrolada de rebentos

Após a emissão dos rebentos, é recomendada a sua eliminação, para evitar a competição por nutrientes e umidade do solo com a planta-mãe. O rizoma cujo rebento foi removido tem a capacidade de, após a sua recuperação, dar origem a um novo rebento.

ATENÇÃO

É recomendado deixar entre 1 e 3 rebentos, geralmente os mais desenvolvidos, próximos à planta-mãe para futura renovação da área de sisal.

2.4. FOLHAS

A folha do sisal possui uma forma linear lanceolada — que lembra o formato de uma lança — e é ligada diretamente ao tronco. Apresenta estrutura rígida e cor verde-escura, com comprimento variando entre 120 e 160 cm e largura de 10 a 15 cm na sua parte média. Sua superfície é curvada, com ou sem espinhos nas bordas, contendo um acúleo de 2 cm na extremidade da folha. A junção da folha ao pseudo-caule ocorre em formato de rosetas. As folhas mais jovens são verticais, mas à medida que amadurecem, o ângulo de inserção no caule se amplia até as folhas inferiores, que são horizontais.

Imagem 8 (a) Acúleos presentes nas pontas das folhas; (b) folhas com presença de espinhos nas laterais; (c) folhas sem a presença de espinhos nas laterais;

2.5. FIBRA

Cada folha contém de 1.000 a 1.200 fios de fibra e podem ser classificadas como **fibras mecânicas** ou **fibras curtas**. As fibras mecânicas são as responsáveis pela rigidez da folha e são as utilizadas comercialmente. Aproximadamente 75% dessas fibras se concentram, principalmente, em três ou quatro fileiras da zona periférica, abaixo da epiderme. Já as fibras curtas são associadas aos tecidos condutores e localizadas na parte média da folha. Essas geralmente são perdidas no processo de desfibramento, formando as buchas como são conhecidas popularmente.

Imagem 9 Tecido interno da folha de sisal.

Imagem 10 Fibras da folha do sisal após a remoção parcial da mucilagem.

2.6. ESCAPO FLORAL E FLOR

Quando a planta se prepara para emitir a inflorescência, desenvolve folhas curtas, estreitas e pontiagudas ao redor do seu ponto mais alto. Nesse estágio, o ápice do talo se transforma em um pedúnculo floral (estrutura presa ao caule que sustenta as flores), que surge do centro da roseta,

popularmente conhecido como “flecha do sisal” ou “pendão de agave”, atingindo de 6 a 8 metros de altura. Esse pedúnculo apresenta algumas escamas semelhantes às folhas e emite entre 20 e 40 ramos que, por sua vez, dão origem a grupos de flores de cor branca ou esverdeada. Cada ramo produz cerca de 40 flores e, devido à natureza monocárpica do sisal, a planta florescerá apenas uma vez durante o ciclo de vida, morrendo logo após esse evento. A inflorescência ocorre entre o 5º e o 8º ano do plantio, por isso, é recomendado deixar alguns rebentos próximos da planta-mãe para substituição do plantel.

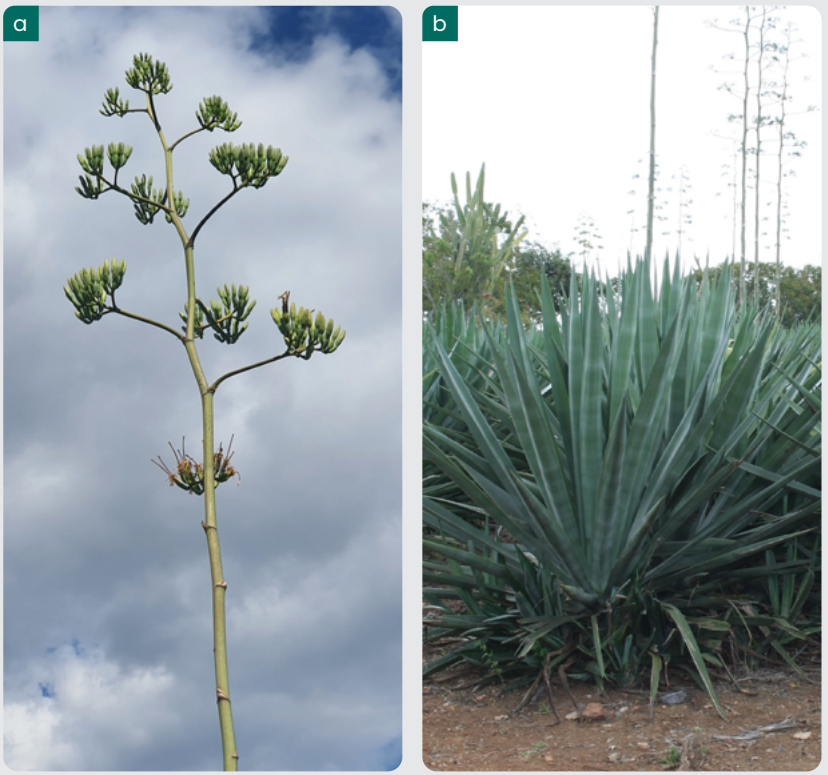


Imagem 11 (a) Flecha do sisal ou escapo floral; (b) sisalal emitindo flechas, sinalizando o encerramento do ciclo de vida das plantas.

OBSERVAÇÃO

A flecha, em condições normais, cresce, inicialmente, a uma média de 10 a 12 centímetros por dia e sua haste poderá ser usada para produção de estacas na construção de cercas ou varais de secagem da fibra.

A flor é hermafrodita, ou seja, possui as estruturas masculinas e femininas de fecundação, e agrupa-se em cachos no final de cada ramo da panícula. Inicialmente, as flores dos ramos inferiores se abrem e, quando a parte feminina se torna receptiva, a parte masculina da flor dos ramos imediatamente superiores libera o pólen para fertilizar as flores inferiores. Esse processo se repete até os ramos da inflorescência superior.

Imagem 12 (a) Flores do sisal; (b) flor hermafrodita do sisal em corte longitudinal, expondo as 5 estruturas masculinas e 1 estrutura feminina ao centro da flor.

2.7. FRUTOS E SEMENTES

Os frutos e as sementes são originados a partir da reprodução sexuada das plantas — fertilização das flores pelo pólen (polinização).

Os frutos apresentam-se em formato de cápsula, com casca rígida, medindo 3 cm de comprimento e 2 cm de diâmetro, inicialmente de cor verde e com consistência carnosa. Ao amadurecer, aproximadamente, seis meses após a polinização, adquirem uma coloração preta.

Imagem 13 (a) Fruto verde do sisal; (b) fruto do sisal amadurecido.

As sementes, localizadas no interior do fruto, são delgadas, de tonalidade preta, lustrosa e possuem forma triangular. As cápsulas dos frutos secam e dispersam as sementes gradualmente pelas rachaduras, quando balançadas por vento e animais.

Imagem 14 (a) Detalhe das sementes do sisal em fruto verde; (b) detalhe das sementes do sisal em fruto maduro prontos para dispersão; (c) disposição das sementes no interior do fruto maduro

2.8. BULBILHOS

Os bulbilhos são estruturas de propagação da planta que, a exemplo dos rebentos, são clones da planta-mãe. Após a queda das flores, surgem sobre a panícula novas plantas denominadas "bulbilhos", que se originam de gemas localizadas abaixo da linha de inserção das flores. Esses bulbilhos possuem dimensões de 6 a 10 cm, contendo 6 a 8 folhas e pequenas raízes adventícias (raízes que partem do mesmo

local para pontos diferentes). Após aproximadamente três meses, os bulbilhos se desprendem da planta, funcionando como órgão de propagação de novas plantas. Uma planta adulta em seu final de ciclo pode produzir até 300 bulbilhos.

Imagem 15 (a) Haste floral após amadurecimento dos bulbilhos; (b) bulbilhos em diferentes fases de desenvolvimento presentes em uma mesma haste floral; (c) lançamento das raízes adventícias a partir dos bulbilhos.

ATENÇÃO

1. A propagação do sisal por via sexuada, com o uso das sementes, não é recomendado, por representarem maior tempo para recomposição do plantel, além de permitirem a variabilidade genética da planta.

2. Em alguns lugares, são estabelecidos viveiros para produção de mudas utilizando bulbilhos. No entanto, optar pelo uso de rebentos provenientes dos rizomas pode resultar em redução de custos e tempo até atingir a maturidade para o plantio definitivo, devido ao maior desenvolvimento e vigor desses rebentos.

SENAR

Coleção Senar

II. IMPLANTAR A CULTURA DO SISAL

II. IMPLANTAR A CULTURA DO SISAL

Para a implantação do sisal na área, é necessário seguir algumas recomendações, vistas a seguir.

1. ENTENDA O MELHOR CLIMA PARA O SISAL

O sisal tem sua origem na Península de Yucatã, no México, uma região caracterizada por clima quente e semiárido, ausência de inverno e primavera seca. Embora seja possível cultivá-lo em regiões tropicais e subtropicais, observa-se que as áreas de clima mais quente propiciam um desenvolvimento mais favorável da planta. Durante seu crescimento, se os dias não forem completamente ensolarados, as folhas podem ficar flácidas, diminuindo o vigor e a qualidade das fibras.

A região Nordeste do Brasil, onde o sisal é cultivado, apresenta temperatura média anual de 30 °C, velocidade média dos ventos em torno de 3 metros/segundo, chuvas variando entre 400 e 700 mm anuais e umidade relativa média de 60%. Essas condições climáticas proporcionam um ambiente ótimo para o cultivo bem-sucedido do sisal nessa região brasileira.

1. ESCOLHA O MELHOR TIPO DE SOLO PARA O SISAL

Os solos indicados para o plantio do sisal devem ser síli-co-arenosos ou pouco argilosos, permeáveis, ou seja, que permitam a infiltração da água com facilidade, apresentar média fertilidade e ser relativamente profundos. A região Nordeste apresenta grande diversidade de tipos de solos, podendo ser argilosos e arenosos, assim como rasos e pedregosos. O importante é evitar as áreas compactadas e encharcadas, que dificultam o pleno desenvolvimento do

sisal. As áreas de baixada, regiões da propriedade com sedimentos transportados pela água e sujeitas a períodos de alagamentos e secamentos, também podem ser exploradas, desde que sejam bem drenadas. A água em excesso prejudica o desenvolvimento das raízes e reduz a capacidade produtiva da planta de sisal, tornando menor o índice de fibras presentes.

Escolha uma área com terreno suavemente inclinado, de preferência, com exposição leste-oeste, para melhor aproveitamento da luz solar. Evite áreas com inclinação acentuada, a menos que adote práticas de conservação do solo.

ATENÇÃO

As condições topográficas e de textura do solo são fatores importantes na implantação da cultura e no manejo do solo.

Recomenda-se, a adoção de práticas conservacionistas, como o plantio em curvas de nível quando a inclinação do terreno exceder 5% e a cobertura do solo com os próprios resíduos do desfibramento do sisal, de modo a evitar a degradação, principalmente no primeiro ano de instalação da cultura.

Confira no vídeo como proceder com as práticas conservacionistas na cultura do sisal:

3. ENTENDA O PREPARO DO SOLO PARA O SISAL

O plantio do sisal começa com a limpeza do terreno. Se o terreno tem vegetação arbustiva, é recomendado a destoca ou roço, que pode ser manualmente ou com trator. Os resíduos vegetais removidos da área devem ser distribuídos em formas de leiras ou canteiros em curvas de nível, para atuar como barreira contra a erosão.

Em áreas com vegetação arbustiva, para o primeiro plantio do sisal, o preparo do solo pode ser realizado com uma aração, usando um arado de discos e ser complementado por uma gradagem com grade leve.

ATENÇÃO

Solicite as devidas licenças ambientais para implantação de um sisalal.

Para campos de sisal antigos ou abandonados, a eliminação das plantas pode ser feita com trator de esteira ou trator de rodas equipado com uma lâmina na frente. Nesse caso, o preparo do solo deve envolver o uso de uma grade pesada, devido à dificuldade do arado em penetrar no solo com grande quantidade de raízes.

3.1. AMOSTRAGEM DO SOLO

Faz parte do preparo da área também a análise de solo, que é o início de qualquer manejo, principalmente para o plantio do sisal. Semelhante a um exame de sangue que se faz para ver se está tudo em ordem com a saúde do corpo, a análise de solo serve para conhecer como está o solo e, a partir dos resultados, podemos definir o manejo e atividades a serem realizadas.

Uma amostra de solo é coletada e enviada a um laboratório credenciado, garantindo a validade dos resultados. Os resultados são, então, impressos e entregues ao produtor. As análises podem ser de dois tipos:

- Químicas: avaliam a acidez e fertilidade do solo.

- Físicas: avaliam a textura, porosidade, estrutura e agregação do solo.

Para obter resultados precisos, a coleta (amostragem) deve ser bem-feita. Para isso, é importante seguir as recomendações a seguir:

Passo 1: divisão da área em glebas com características semelhantes, como declividade, tipo de solo e histórico de cultivo. Cada gleba deve ter no máximo vinte hectares (1 hectare = 10 mil metros quadrados).

Passo 2: em cada área, colete uma amostra composta, formada por aproximadamente quinze a vinte amostras simples coletadas em zigue-zague.

Passo 1: divisão da área em glebas com características semelhantes, como declividade, tipo de solo e histórico de cultivo. Cada gleba deve ter no máximo vinte hectares (1 hectare = 10 mil metros quadrados).

Passo 2: em cada área, colete uma amostra composta, formada por aproximadamente quinze a vinte amostras simples coletadas em zigue-zague.

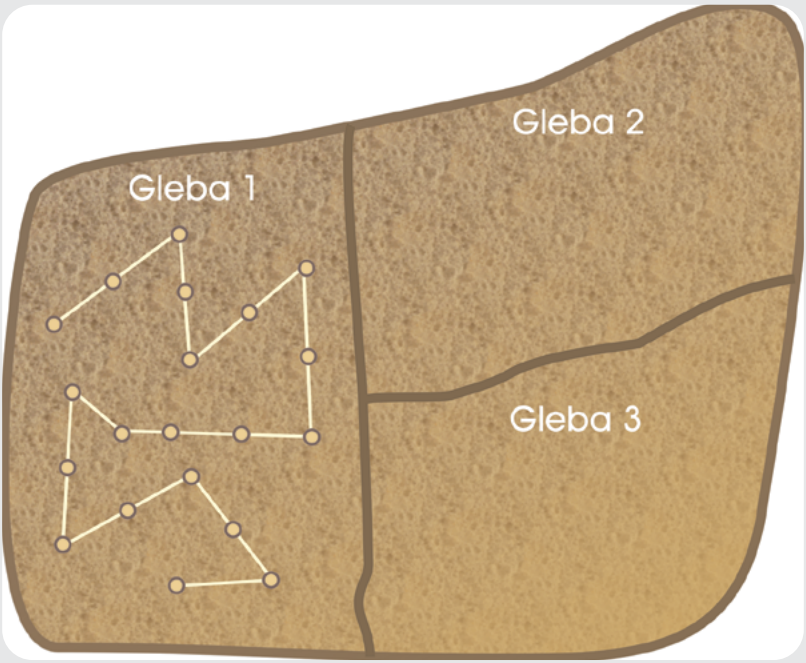


Imagem 16 Divisão da área de plantio em glebas e representação do caminhamento em zigue-zague para coleta das amostras simples do solo

Passo 3: limpe a superfície do solo, removendo vegetação, galhos e pedras. Certifique se de não coletar solo em áreas de formigueiros ou cupinzeiros.

Imagem 17 Limpeza da área para coleta da amostra simples de solo

Passo 4: abra uma cova com cerca de 20 centímetros de profundidade e, com uma pá, retire uma fatia de solo de 5 centímetros de espessura da borda da cova. Fracione essa fatia em três partes, descarte as laterais e reserve a parte central em um balde. Repita essa operação, agora realizando a coleta do solo a uma profundidade de 20 a 40 centímetros.

Imagem 18 Coleta de solo em 15 a 20 amostras simples, nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 centímetros, que são homogeneizadas e armazenadas em sacos plásticos, identificadas e enviadas para análise em laboratório.

3.2. CORREÇÃO DO PH DO SOLO

A correção da acidez do solo é uma etapa crucial na preparação para o plantio de sisal. Essa prática garante um ambiente adequado para o desenvolvimento das mudas e a produção de mais folhas nas plantas já estabelecidas.

Com os resultados da análise de solo em mãos, é recomendável que o produtor consulte um engenheiro agrônomo ou técnico especializado em ciências agrárias para interpretar os resultados e proceder à correção do pH do solo, caso necessário, e à adubação de plantio subsequente. A faixa ideal de pH do solo para o cultivo de sisal é entre 5,8 e 6,5. Valores fora dessa faixa podem impedir a disponibilidade de nutrientes essenciais para as plantas.

Existem duas práticas recomendadas para a correção da acidez do solo:

Calagem: a calagem é o processo de aplicação de calcário no solo e é utilizada para corrigir a acidez quando:

1. os valores de pH em água estão abaixo de 5,8;
2. a saturação por bases (V) está abaixo de 60%;
3. a presença de alumínio trocável e os teores de matéria orgânica são médios ou baixos.

Para realizar a calagem e elevar a saturação por base do solo, é utilizada a seguinte fórmula:

NC (t/ha) = {(V2 – V1) *CTC Total} / (PRNT * 100)

Onde:

NC é a necessidade de calagem calculada para a camada de 0 a 20 cm de solo.

V1 é a saturação por bases original do solo em porcentagem.

V2 é a saturação por bases pretendida (ideal para a cultura) em porcentagem.

CTC total (mmolc/dm³) é a capacidade de troca de cátions total do solo.

PRNT (poder relativo de neutralização total – %) é a eficiência do calcário utilizado.

Gessagem: utilizada para corrigir a acidez em camadas mais profundas (20-40 cm) quando:

1. a saturação por alumínio na CTC efetiva (m) é maior que 20%;
2. ou os teores de cálcio são inferiores a 0,5 cmolc/dm³.

Para realizar a gessagem, ou seja, a aplicação de gesso utiliza a seguinte fórmula:

DG (KG/HA) = 50 X ARGILA

Onde:

DG – dose de gesso a ser aplicado em kg por ha.

ARGILA – teor de argila obtido pela análise da superfície do solo, expresso em porcentagem (%)

ATENÇÃO

1. Para a gessagem, em solos com argila mais ativa e maiores teores de matéria orgânica, ocorre maior poder tampão, ou seja, menor variação do pH, mesmo com valores mais elevados de saturação por bases. Já nos solos arenosos (teor de argila < 15%), o poder tampão é baixo, assim como os teores de micronutrientes. Nesses solos, deve-se trabalhar com saturações por bases mais baixas, para evitar o desequilíbrio nos níveis de micronutrientes. O técnico pode recomendar de acordo com essas características de argila do solo.
2. Outros métodos para a recomendação das doses de calcário, como a neutralização de alumínio e a solução tampão SMP, serão recomendadas pelo técnico de acordo com as características do solo.

Nos resultados da análise de solo vem as informações com os valores ideais de cada fator citado e através dessa interpretação que será possível definir qual prática será utilizada.

Procedimentos práticos:

Calagem

Para resultados mais eficientes, pode-se realizar o parcelamento da dose recomendada de calcário em duas aplicações. A primeira aplicação deve ocorrer após a primeira gradagem pesada, geralmente três meses antes do plantio, para permitir maior tempo de reação e melhor incorporação. A distribuição do calcário deve ser feita na ausência

de ventos, preferencialmente à noite, para reduzir perdas. Após a aplicação, o solo deve ser revolvido novamente para incorporar o calcário às camadas de 0 a 20 cm do solo, utilizando uma distribuidora de sólidos tipo lancer para garantir distribuição uniforme.

Imagem 19 Distribuidora de sólidos tipo lancer acoplada ao trator

A necessidade de novas aplicações de calcário deve ser monitorada periodicamente, com novas amostragens de solo realizadas anualmente ou a cada dois anos.

Gessagem: recomenda-se a aplicação do gesso na superfície do solo, sem necessidade de incorporação. Em solos arenosos (teor de argila inferior a 15%), a correção deve ser feita ao final da estação chuvosa.

A calagem corrige com sucesso os primeiros 20 cm do solo, profundidade geralmente atingida pela incorporação do calcário. A acidez em camadas mais profundas pode restringir o crescimento radicular. Nesses casos, a aplicação de gesso agrícola (sulfato de cálcio) pode ser benéfica, melhorando a condição da camada subsuperficial e permitindo o aprofundamento das raízes. Idealmente, o gesso deve ser aplicado pelo menos dois meses após o início da reação do calcário. Na prática, em áreas de abertura, o gesso é frequentemente aplicado juntamente com o calcário e incorporado — embora isso não seja ideal, pois o gesso reage prontamente e promove a migração de bases antes da reação completa do calcário. Após a correção da acidez do solo é necessário realizar a adubação de plantio do sisal que será tratada no próximo capítulo sobre os tratos culturais da cultura do sisal.

4. CONHEÇA AS CULTIVARES DE SISAL

Na região Nordeste, os produtores utilizam no plantio duas cultivares de sisal, também chamadas de variedades: o sisal comum, *Agave sisalana*, amplamente cultivado na região, e o Híbrido 11648, originário da África e introduzido no Brasil na década de 1970, logo após o seu desenvolvimento.

Imagem 20 Cultivares de sisal (a) Híbrido 11648; (b) Agave sisalana Perrine

O *Agave sisalana* se destaca pelo comprimento da folha e resistência da fibra, características cruciais para a indústria. Por outro lado, o Híbrido 11648 é mais resistente à seca, permite colheita durante todo o ano e apresenta vantagens quanto ao número de folhas por planta e maior produção de fibra seca na segunda colheita. No processo de desfibramento, o Híbrido 11648 requer mais esforço do operador da máquina desfibradora em comparação com o *Agave*

sisalana. No entanto, essa desvantagem pode ser superada com o uso de máquinas desfibradoras automáticas que conseguem processar folhas menores com mais eficiência.

Ao escolher a cultivar para o plantio, os agricultores devem considerar:

1. a disponibilidade da cultivar, em sua região;
2. os critérios de qualidade da fibra exigidos pela indústria;
3. tipo de máquina desfibradora disponível na propriedade.

5. ESCOLHA AS MUDAS PARA PLANTIO

O sisal é propagado vegetativamente a partir de clones, plantas-filhas que são geradas pela própria planta-mãe e permanecem conectadas a ela. Como mencionado, esses clones podem ser de dois tipos: os bulbilhos e os rebentos. Os bulbilhos são gerados no escapo floral após a queda das flores e os rebentos se originam dos rizomas subterrâneos.

Por serem menores e mais sensíveis às condições ambientais que os rebentos, é recomendado que os bulbilhos sejam enviveirados para que se desenvolvam, antes de efetivamente serem implantados no talhão de cultivo definitivo. Por esse motivo, o seu uso o é menos frequente.

Imagem 21 Bulbilhos para a produção de mudas.

A formação de um campo de sisal a partir do bulbilho deve considerar os seguintes critérios:

- A planta-mãe deve ter idade entre 8 e 10 anos e apresentar boas condições de produtividade, porte, vigor e de desenvolvimento do pendão floral.
- O viveiro deve ser estabelecido em solo fértil, bem drenado, propício à irrigação e próximo à área de plantio definitivo.

- As mudas devem ter tamanho superior a 10 cm, preferencialmente sem espinhos nas bordas laterais das folhas, e podem ser transplantadas para o local definitivo após um ano de viveiro.

No Nordeste brasileiro, rebentos têm sido mais utilizado no plantio de sisal. Ao escolher rebentos para o plantio, é importante considerar os seguintes aspectos:

- A planta-mãe deve estar estabelecida no campo entre 3 e 5 anos, ser saudável, apresentar desenvolvimento adequado, estar em plena atividade vegetativa e em boas condições para nutrição dos rebentos que emergirem.

- As mudas devem ser selecionadas de forma padronizada nos talhões com base na idade das plantas-mães, no tamanho das folhas, entre 60 a 85 cm, no diâmetro do bulbo, entre 8 a 12 cm, na altura, entre 40 a 50 cm, e no número de folhas, entre 12 e 15, para se obter uma colheita uniforme.

- O destino para a muda, se para implantação de nova área, reposição e ou substituição em áreas já implantadas ou viveiro.

Os rebentos podem dispensar o enviveiramento, pois estão disponíveis a qualquer momento para o plantio. Além disso, são resistentes às condições climáticas e podem ser armazenados por alguns dias em lugares frescos e abrigados do sol e dos ventos antes do plantio.

Imagem 22 Rebentos ao redor da planta-mãe

Imagem 23 Rebentos coletados para a produção de mudas

ATENÇÃO

Plantas com idade a partir de 3 anos já produzem rebentos que podem ser transplantados para reposição de plantas na área implantada, diminuindo despesas adicionais.

Quando necessário utilizar o viveiro tanto para bulbilhos quanto para rebentos, o plantio deve ser em faixas de 1,20 metro de largura, com 4 fileiras, espaçamento de 100 cm entre faixas e de 20 a 25 cm entre plantas. É recomendado que os clones permaneçam em viveiro até que atinjam a altura de 40 a 50 cm.

O uso de viveiros tem como vantagem sisalais mais uniformes, onde as plantas serão mais homogêneas em termos de tamanho, época de corte, produção e maturidade das fibras.

ATENÇÃO

A escolha do tipo de mudas (de bulbilhos ou rebentos) para a formação do campo de sisal deve considerar fatores econômicos e a disponibilidade de material adequado na região, pois não há diferenças significativas em produtividade, qualidade de fibra e longevidade das plantas entre sisalais formados por esses métodos.

6. CONHEÇA AS FORMAS DE PLANTIO DO SISAL

Após preparar o terreno, é necessário marcar a área para o plantio das mudas, que deve sempre seguir as curvas de nível do terreno.

Em terrenos planos, é recomendado que as linhas de plantio sejam no sentido norte-sul, para evitar sombreamento entre as plantas. Também é recomendado dividir a área em talhões de cerca de 2 hectares, para facilitar a colheita e o transporte da produção.

No plantio definitivo, é recomendado o uso de máquinas para abertura dos sulcos com um sulcador tratorizado. Onde a mecanização não for possível, recomenda-se fazer covas com enxada ou enxadão.

Na região Nordeste, a época mais adequada para o plantio é antes do início da estação chuvosa.

Existem essencialmente dois métodos de plantio para o sisal: o tradicional, realizado em fileiras simples, e o plantio em fileiras duplas. Além destes, existe o plantio consorciado com culturas de ciclo curto, como feijão e milho e pastagens. A escolha do método de plantio do sisal deve levar em consideração alguns fatores. como topografia, tipo de solo, disponibilidade de mão de obra, existência de outro tipo de atividade agrícola ou pecuária na propriedade e objetivo do produtor.

6.1. CONHEÇA O PLANTIO EM FILEIRAS SIMPLES

No cultivo em fileiras simples, em áreas sem uso de máquinas para manejo e transporte, recomenda-se o espaçamento de 2 x 1 metros, resultando em uma população de 5 mil plantas por hectare.

Imagem 24 Plantio de sisal em fileira simples

Entretanto, para cultivos mais mecanizados, com circulação de máquinas, é recomendado o uso de espaçamentos mais amplos, como 2,5 x 0,8 metros ou 2,8 x 0,7 metros, mantendo uma densidade de 5 mil plantas por hectare. Isso permite a introdução de culturas intercalares, ou seja, outras culturas de ciclo curto entre as fileiras de sisal, nos primeiros dois anos e facilita operações mecanizadas, como o roço e o transporte das folhas na colheita.

Imagem 25 Plantio de sisal com espaçamento mecanizável

6.2. CONHEÇA O PLANTIO EM FILEIRAS DUPLAS

O sistema de plantio em fileiras duplas é mais adequado para áreas extensas, onde práticas de cultivo mais elaboradas, a exemplo de manejos mecanizados como o roço ou corte dos rebentos, por exemplo, são empregadas. Embora essa configuração ofereça maior proteção do solo contra a erosão, os tratos culturais, especialmente o roço, podem se tornar dispendiosos. Os espaçamentos mais recomendados para o plantio em fileiras duplas são 3 x 1 x 1 metros, resultando em 5 mil plantas por hectare, e 4 x 1 x 1 metros, com uma densidade de 4 mil plantas por hectare.

Imagem 26 Plantio de sisal em firas duplas em espaçamento 4 x 1 x 1 metros.

Características das Operações	Fileira Simples	Fileira Dupla
- Preparo do solo	Exige preparo comum, sem esmero na operação	Exige preparo bem feito visando a menor incidência possível de ervas daninhas
- Densidade de plantio	Densidade alta, e à medida que a cultura é adeusada, limita as operações mecanizadas para o controle das ervas daninhas	Densidade elevada de plantas, permite a mecanização dos tratos culturais entre os pares de fileira dupla e os dificulta entre as fileiras formadoras desses pares
- Consórcio	Permite o consórcio entre as fileiras, nos três primeiros anos com culturas alimentares. Quando o consórcio é com bovinos, dependendo do espaçamento entre as plantas permite o livre trânsito dos bovinos	Permite o consórcio entre as fileiras largas com culturas alimentares e forrageiras. O consórcio com bovinos, apresenta limitações por dificultar o trânsito dos bovinos por entre as plantas, principalmente na fileira dupla
- Capinas	Facilidades no controle das ervas daninhas entre as linhas e entre plantas	Dificuldades no controle das ervas daninhas principalmente entre as fileiras duplas e entre as plantas destas
- Roço	Facilidade de utilizar a roçadeira para o controle das ervas daninhas	Permite o uso da roçadeira somente nas fileiras de espaçamento mais largos
- Rebentões	Permite melhor controle dos rebentões	Dificuldades ao controle dos rebentões
- Proteção ao solo	Menor proteção do solo contra a erosão	Maior proteção do solo contra a erosão
- Corte e transporte das folhas	Maior facilidade para proceder o corte e o transporte das folhas	Maior dificuldade para proceder o corte e o transporte das folhas

Tabela 1 – Comparação entre os tipos de plantios simples e duplo.
FONTE: Silva et al. (1999).

6.3. CONHEÇA O PLANTIO CONSORCIADO DO SISAL

Nos dois primeiros anos de cultivo do sisal, é possível realizar a implantação de culturas intercalares. No entanto, após esse período, é recomendável manter apenas a cultura do sisal, especialmente quando os primeiros cortes são realizados.

Na região Nordeste, é comum consorciar culturas alimentares com culturas industriais. No sisal, entretanto, tem sido predominante a plantação de forma isolada. Dado o longo período de maturação do sisalal até o primeiro corte, o plantio consorciado com culturas regionais é uma alternativa interessante, capaz de proporcionar ao produtor uma renda extra durante o período de baixa atividade do sisal, além de reduzir os custos com capina, necessários para as culturas envolvidas.

De forma indireta, o cultivo consorciado de gramíneas (como milho e pastagens) e leguminosas (como feijão e forragens) ajuda na redução da incidência de plantas invasoras, beneficiando o sisal. Esse método não gera uma competição intensa com o sisal a ponto de prejudicar seu desenvolvimento e produção.

Imagem 27 Plantio de sisal consorciado com pastagem

ATENÇÃO

1. Em plantios mais adensados, ou seja, com plantas ou fileiras mais próximas, é crucial avaliar o espaçamento e a cultura a ser implantada junto ao sisal para evitar competição por luz, água e nutrientes.
2. No consórcio com o capim buffel, em configurações mais adensadas, tem-se observado competição entre as culturas.
3. Recomenda-se um espaçamento de 3 x 1 metros para garantir que a cultura a ser implantada não prejudique o desenvolvimento e a produção do sisal.

A integração lavoura pecuária ILP é recomendada a partir do terceiro ano de cultivo, quando o sisal está totalmente formado, podendo ser adotado o sistema de recria ou engorda utilizando apenas novilhas de gado, na proporção média de 1 cabeça por hectare na pastagem das entrelinhas, sendo necessário um espaçamento mais largo para a circulação dos animais. O mais recomendado é o de 3 x 1,8 metro com 1.850 plantas/ha, que permite a circulação dos animais em volta das plantas, para o pastejo, enquanto a planta fica mais livre para a produção de folhas mais longas. Outra modalidade é a integração lavoura/pecuária com animais de pequeno porte, como ovinos e caprinos.

Imagem 28 Plantio consorciado no sistema ILP – (a) ILP com bovino leiteiro; (b) ILP com ovinocultura

ATENÇÃO

1. Os caprinos podem danificar as folhas do sisal, principalmente de plantas mais jovens, portanto, deve-se ter maior observação e cautela com estes animais.
2. Os ovinos são mais seletivos, porém ainda pode acontecer de danificarem uma planta ou outra, principalmente mudas ou rebentos, mesmo sendo em menor proporção quando comparado com os caprinos e bovinos.
3. Os bovinos devem entrar em áreas com plantas adultas sendo observados, pois podem desenvolver o hábito de se alimentar da planta de sisal, causando danos à cultura.

7. CONHEÇA OS TRATOS CULTURAIS DO SISAL

Tanto na implantação de uma nova área de sisal quanto na manutenção de uma plantação já estabelecida, é essencial realizar tratos culturais adequados. Esses tratos envolvem uma série de práticas e cuidados que garantem o desenvolvimento saudável das plantas e a maximização da produção.

7.1. CONHEÇA AS FORMAS DE ROÇADOS

O sisal é bastante suscetível à competição de plantas invasoras, especialmente nos primeiros dois anos. Por esse motivo, é recomendado realizar duas a três capinas no primeiro ano, dependendo da prevalência das invasoras, e uma ou duas capinas no segundo ano. A primeira capina pode ocorrer no início do período chuvoso e a segunda, no final desse período. As operações de limpeza podem ser conduzidas com um cultivador de tração animal ou, se o espaçamento entre as fileiras permitir, com um trator equipado com uma grade leve. Em ambos os casos, é aconselhável complementar com capina manual usando enxada ou enxadão entre as plantas de sisal. A partir do terceiro ano, é recomendado o roço, seja manual ou mecanizado, uma ou duas vezes ao ano, preferencialmente no final do período chuvoso. Se o roço for realizado com um trator, é importante manter uma distância mínima de 50 centímetros das folhas mais baixas, para evitar danos às raízes e folhas do sisal. A roçagem semimecanizada, com a utilização da roçadeira costal, é mais comum e ideal para áreas com espaçamentos menores. A roçagem deve ser feita entre linhas e entre plantas, com eliminação total das plantas invasoras.

Imagem 29 (a) Roçado semimecanizado com a roçadeira costal em plantio estabelecido; (b) detalhe do disco metálico utilizado no processo de roçagem semimecanizada.

A roçagem manual é a mais utilizada nas áreas de sisal, consistindo no uso da foice como ferramenta, devido à presença de plantas de maior porte que competem diretamente com o sisal por luz, água e nutrientes, além do complemento com a enxada ou enxadão na eliminação de troncos remanescentes na área.

Imagem 30 Roçagem manual com a foice

ATENÇÃO

Em processos de operação mecanizada, semimecanizada ou manual deve-se atentar para o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI), sendo compostos por: botas, perneiras, luvas, óculos de proteção e chapéu árabe. No caso específico de uso de roçadeiras mecânicas, ainda se faz necessário o uso de viseira e abafador de ruído. Em todos os casos, o filtro solar é recomendado.

a

b

Imagem 31 EPIs no processo de roçagem do sisal

Após a roçagem, caso existam resíduos secos oriundos do desfibramento do sisal, utilize-os para cobertura do solo. A coleta do material e o seu transporte até a área da lavoura poderá ser feito com auxílio de um carrinho de mão ou outro tipo de transporte de carga. Descarregue os resíduos nos espaços entre as fileiras, adicionando um carrinho de mão a cada 2 ou 3 metros de distância. Em seguida, espalhe os resíduos uniformemente com um rastelo ou enxada, formando uma camada homogênea de 2 a 3 centímetros de espessura, cobrindo todo o solo nos espaços entre fileiras e entre as plantas da área.

Imagem 32 (a) Pilha de resíduos originados do processo de desfibramento do sisal; (b) cobertura do solo utilizando o resíduo de sisal

Essa cobertura do solo permite estender o intervalo entre as roçagens, reduzindo a incidência de plantas invasoras na área. Essas práticas ajudam a controlar o crescimento de plantas indesejadas, promovendo um ambiente mais propício para o desenvolvimento saudável do sisal.

7.2. ENTENDA A ERRADICAÇÃO DOS REBENTOS

Os rebentos se desenvolvem assimilando nutrientes da planta-mãe. Para evitar o desvio dessas substâncias em atividades não produtivas e evitar a competição, é essencial erradicar o excesso de rebentos, o que deve ocorrer sempre após a colheita das folhas. Essa prática é crucial, pois o crescimento desordenado dos rebentos pode causar problemas na lavoura e dificulta a circulação dos trabalhadores durante as operações de capina e colheita. A erradicação deve ser realizada por meio do roço manual ou com o auxílio de um enxadão.

Imagem 33 (a) Sisalal com crescimento desordenado dos rebentos; (b) sisalal com controle de proliferação dos rebentos

O roço, que consiste no corte do rebento próximo ao solo, possibilita seu rebrotamento após algum tempo. É recomendado deixar um ou dois rebentos vigorosos para substituir a planta-mãe, a partir do terceiro ou quarto corte de folhas. Esses rebentos devem ser alinhados à fileira de plantio, visando a manutenção da lavoura produtiva por um longo período.

Cepas são os restos das plantas que já completaram seu ciclo de vida e devem ser removidas da área, liberando espaço para a colheita e permitindo o crescimento dos rebentos que as substituirão.

Imagem 34 Remoção de cepas e controle da proliferação de rebentos

7.3. CONHEÇA AS FORMAS DE ADUBAÇÃO DO SISAL

Na região Nordeste, o sisal é cultivado em solos com baixa fertilidade. Isso afeta o crescimento das plantas e o rendimento das folhas, pois é uma cultura exigente de solos férteis e equilibrados quanto aos elementos nutritivos. Dessa forma, é sempre recomendado fazer a análise do solo para determinar as reais necessidades dos nutrientes exigidos pela planta.

Atualmente, a adubação nitrogenada indicada para o sisal na região Nordeste consiste em 20 kg/ha de nitrogênio no plantio das mudas e 40 kg/ha no início da estação chuvosa do ano seguinte. Além disso, recomenda-se uma adubação de manutenção de 40 kg/ha/ano de nitrogênio. A adubação fosfatada e potássica deve seguir os resultados da análise do solo e de acordo com a Tabela 2 .

Nutriente	Adubação de base	Adubação de cobertura
P_2O_5 — ppm de P no solo		
< 6	70	-
7-13	50	-
14-20	30	-
K_2O — ppm de K no solo		
< 30	35	35
31-60	25	25
61-90	15	15

Tabela 02 Recomendação de fósforo (P) e potássio (K) para cultura do sisal, de acordo com os níveis de P e K extraído pelo método de Mehlich.
FONTE: Malavolta (1996) *apud* SILVA et al., 2008; QUEIROGA et al., 2021.

A adubação orgânica, complementar à adubação mineral pode ser feita com esterco de gado para potencializar a eficiência. A matéria orgânica na cova ou no sulco de plantio serve como fonte de nutrientes de liberação lenta, proporcionando melhor absorção pelas raízes e beneficiando o crescimento da planta. Além disso, contribui para a melhoria da estrutura do solo, facilitando a infiltração de água, aumentando a capacidade de troca catiônica (CTC), ou seja, o aumento das cargas negativas do solo, que permite maior retenção de nutrientes dos fertilizantes, reduz as formas tóxicas de alumínio no solo, além de aumentar a retenção de umidade.

Os resíduos do desfibramento também podem ser utilizados como adubo orgânico. A coleta desses resíduos para uso imediato deve ser realizada após 90 dias da extração da fibra, período em que ocorre o processo de fermentação na pilha de resíduos no local do desfibramento.

Esses resíduos também podem ser submetidos ao processo de compostagem. Nesse caso, eles devem ser coletados 30 dias após o desfibramento, peneirados por meio de uma peneira rotativa, organizados em pilhas de composto e revolvidos a cada 2 ou 3 dias até atingir a maturidade, em 90 dias. Essa prática é crucial para que os microrganismos benéficos degradem a matéria orgânica presente, transformando o material e eliminando outros microrganismos prejudiciais ao sisal.

Os resíduos podem ser aplicados na cova, no sulco de plantio ou como cobertura do solo. Neste último caso, devem ser distribuídos nas laterais de cada fileira de plantas. Essa distribuição visa repor ao solo parte dos elementos nutritivos retirados pela planta, mantendo a cultura em plena atividade produtiva.

ATENÇÃO

1. Embora seja recomendado o uso dos resíduos de sisal para adubação da lavoura, é essencial observar as plantas na área em que foi realizado o desfibramento, pois as folhas podem ter vindo de plantas doentes. Dessa forma, os resíduos podem estar contaminados e servir como meio de transporte para o agente causal da podridão vermelha.
2. Uma alternativa viável é realizar a compostagem, pois o extrato aquoso do resíduo fermentado possui ação fungitóxica, inibindo a germinação dos esporos de *Aspergillus niger*, fungo responsável pela podridão vermelha no sisal. Este processo contribui para a eliminação de patógenos, garantindo a segurança no uso dos resíduos como adubo, promovendo um manejo mais seguro.

7.4. CONHEÇA AS DOENÇAS QUE PODEM ACOMETER O SISAL

O sisal é uma planta que apresenta uma camada espessa, chamada cutícula, em suas folhas, uma barreira natural que impede a entrada de microrganismos causadores de doenças. No entanto, quando ocorre o corte ou algum dano à planta, esses microrganismos presentes no solo podem infectá-la, resultando em doenças que podem causar sérios prejuízos econômicos.

Das diversas doenças que podem afetar o sisal, apenas duas foram identificadas no Brasil. A antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum agaves*, que não representa um problema fitossanitário de importância econômica, mas que resulta na perda de valor econômico da fibra.

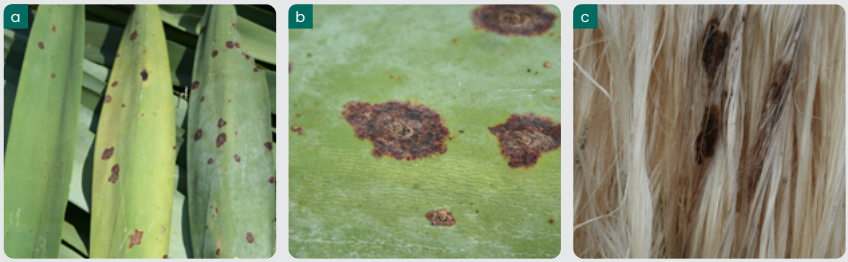


Imagem 35 (a) Folhas apresentando sinais da antracnose; (b) detalhe do sinal da antracnose na folha do sisal; (c) sinais da antracnose na fibra do sisal

A segunda doença — chamada de podridão vermelha do tronco, também conhecida como podridão do tronco do sisal — tem impactado, de maneira pontual, as áreas sisaleiras do Brasil desde a década de 1970. Os estados mais afetados com a doença são Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte. A incidência da doença varia entre as regiões de cultivo, sendo inferior a 5% em algumas áreas e podendo atingir até 40% de infestação em outras. As folhas de plantas afetadas pela podridão do tronco não são adequadas para o desfibramento e as plantas sintomáticas acabam morrendo com a progressão da doença.

A espécie de fungo que causa a podridão vermelha no sisal é o *Aspergillus welwitschiae* — ou, como foi chamado, *aspergilli* preto — com até dez tipos identificados no mundo, sendo que três delas infectam o sisal. Esses fungos são classificados como saprófitas (sobrevivem em restos de plantas e de animais mortos ou em decomposição no solo) ou parasitas fracos, dependendo de lesões mecânicas ou fisiológicas e de condições ambientais adversas para iniciar o processo de infecção.

A podridão do tronco afeta o sisal em todos os estágios de desenvolvimento, desde rebentos até plantas no final do ciclo. A doença se manifesta pelo escurecimento dos tecidos internos do tronco, com áreas afetadas variando de coloração cinza-escuro a rosa-pálido, estendendo-se da base das folhas à base do tronco. Em estágios avançados, as folhas se tornam amareladas e o tronco fica completamente apodrecido.

Imagem 36 Plantas de sisal infectadas pela podridão vermelha

Embora seja fatal para a cultura, as plantas de sisal infectadas pela doença podem sobreviver por algum tempo, devido à progressão lenta do apodrecimento causado pelos fungos. Até agora, os fungos relatados como causadores de podridões no tronco do sisal só afetam plantas que sofreram ferimentos, tornando-se portas de entrada para esses microrganismos. Portanto, injúrias na base das folhas durante o corte para o desfibramento e aqueles abaixo da superfície do solo, causados por instrumentos utilizados em tratos culturais, como capinas, desbaste de touceiras ou remoção de rebentos da planta-mãe para implantação de novos campos, podem ser vias de penetração para esses microrganismos, especialmente em plantas submetidas a algum tipo de estresse hídrico ou nutricional.

Os sinais da doença são visíveis nas folhas, inicialmente por uma alteração na cor para um tom amarelo-arroxeado. Este sinal é seguido por um murchamento progressivo, resultando em folhas afetadas e murchas que se dobram na base e no sentido longitudinal. No tronco, observa-se uma descoloração dos tecidos internos, começando com uma coloração vermelho-rósea (daí o nome "podridão vermelha do tronco"), evoluindo para cinza-escuro e, finalmente, para uma podridão generalizada. Durante a época chuvosa, as plantas doentes são mais facilmente identificadas devido à diferença acentuada em relação às plantas sadias e vigorosas.

Não há tratamento específico para a podridão do tronco do sisal, mas medidas preventivas podem ser adotadas para reduzir a disseminação da doença. Isso inclui: arrancar e queimar plantas com sintomas da doença; utilizar mudas (rebentos) provenientes de campos sadios para implantação de novos campos; fazer uso de ferramentas não contaminadas ou desinfetadas, principalmente para o corte e co-

lheita das folhas — que não pode ser em períodos de chuvas e alta umidade relativa do ar, pois as plantas ficam vulneráveis após o corte e tais condições favorecem a infecção; e utilizar os resíduos do desfibramento como adubação orgânica para melhorar a fertilidade do solo. Estratégias que evitam a debilitação da planta, como o controle do número de rebentos para reduzir a competição e o corte racional das folhas durante a colheita, também são recomendadas no controle da doença.

Em ensaios de pesquisa conduzidos na Estação da Embrapa Algodão, no município de Monteiro (PB), foi constatado que o Híbrido 11648 é menos suscetível à podridão do tronco do que o sisal comum (*Agave sisalana*).

ATENÇÃO

1. Ao realizar o corte das folhas da planta de sisal, deve-se ter cuidado em relação ao tamanho do local do ferimento à base da folha cortada. Para reduzir a possível contaminação das plantas é ideal que este local fique estreito para que a cicatrização da planta ocorra de maneira rápida.
2. Em relação ao uso dos resíduos do desfibramento para adubação e cobertura do solo, é ideal que seja utilizado o resíduo oriundo do processo de compostagem, pois a temperatura durante a fermentação na compostagem pode eliminar fungos causadores de doenças.
3. Ao aplicar o composto dos resíduos do desfibramento do sisal na área, ter cuidado para o material não ter contato direto com o local de ferimento do corte. O ideal é que o composto seja espalhado sobre o solo entre linhas e entre plantas de sisal.

7.5. CONHEÇA AS PLANTAS INVASORAS QUE PODEM APARECER NA ÁREA DO SISAL

Assim como outras culturas agrícolas, o sisal enfrenta a concorrência de plantas invasoras que emergem nas áreas de cultivo, muitas delas nativas do bioma da Caatinga. Entre as principais espécies que competem com o sisal, destacam-se o calumbi e o pau-de-rato, que podem prejudicar a produção.

7.5.1. CALUMBI

Também conhecido como jurema-preta ou unha-de-gato, o calumbi inclui duas principais espécies, as variações calumbi-branco e calumbi-preto — ou jurema-branca (*Mimosa arenosa*) e jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*, sin. *Mimosa hostilis*). É uma planta arbustiva perene, com tronco acinzentado e ramos com espinhos, formando uma copa aberta que fica completamente sem folhas durante a estação seca. Pertencente à família Fabaceae (a mesma do feijão e da leucena), é uma espécie típica da Caatinga, comum em quase toda a região Nordeste do Brasil (Alagoas, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Pernambuco e Bahia).

O Calumbi pode atingir até 8 metros de altura e apresenta folhas pequenas, além de uma alta resistência à seca. Suas inflorescências, compostas por flores brancas e levemente perfumadas, fornecem néctar e pólen para diversos insetos, como moscas, besouros e, especialmente, abelhas nativas.

Para controlar o crescimento do calumbi nas plantações de sisal, utiliza-se o roçado manual com foice, machado ou roçadeira costal (para troncos mais finos, evitando danos ao equipamento), seguido da retirada do tronco com enxada ou enxadeta e cobertura do solo com resíduos de sisal, a fim de reduzir sua reincidência.

Imagem 37 Calumbi infestando o sisalal

7.5.2. PAU-DE-RATO

O pau-de-rato, também conhecido como catingueira ou catinga-de-porco, é uma árvore de pequeno a médio porte da família das leguminosas (*Leguminosae caesalpinioideae*), pertencente ao gênero *Caesalpinia*. É uma planta típica da Caatinga, podendo ser encontrada em uma ampla variedade de ambientes, como áreas úmidas, semiáridas, regiões litorâneas, sertões e encostas de serra.

O pau-de-rato ou catingueira pode atingir entre 4 e 10 metros de altura, com tronco de coloração cinza-claro e casca delgada. Internamente, sua casca apresenta um tom bege-claro, que pode variar para castanho. Suas flores, de cor amarela, possuem um leve perfume adocicado e formam racemos. A pétala central das flores apresenta pequenas pontuações avermelhadas que servem como guias de néctar para os polinizadores. As folhas da catingueira exalam um cheiro característico quando esmagadas e suas vagens achatadas se contorcem ao liberar as sementes.

O pau-de-rato pode possuir alguns usos, destacando-se como madeira para estacas, moirões, varas, carvão e lenha, além de ser utilizada na confecção de cercas e cabos de ferramentas. É também considerada uma boa opção forrageira e é amplamente utilizada em reflorestamento de áreas degradadas e paisagismo urbano, devido ao seu rápido crescimento. Além disso, a planta é uma importante fonte de néctar e pólen para abelhas, que são seus principais polinizadores.

Imagem 38 Planta de pau-de-rato crescendo em área de sisal

No cultivo do sisal, o pau-de-rato se comporta como uma planta invasora, especialmente durante seu período de crescimento. Com altura similar à do sisal, ela compete por luz solar e nutrientes do solo, o que pode prejudicar a produtividade da plantação. O controle dessa planta invasora é feito, principalmente, por meio do roçado manual com foice, machado ou roçadeira costal (indicada para troncos mais finos, evitando danos ao equipamento). Após o corte, o tronco é retirado com o uso de enxada e o solo é coberto com resíduos de sisal para reduzir a reincidência da planta na área.

SENAR

Coleção Senar

III. COLHER O SISAL

III. COLHER O SISAL

As operações de corte, enfeixamento, transporte e desfibramento compõem os processos de colheita e de pós-colheita do sisal. Essas atividades devem ser coordenadas e sincronizadas, garantindo que as folhas cortadas sejam beneficiadas no mesmo dia. Isso evita o murchamento das folhas, que dificulta o desfibramento, além de prevenir a fermentação e a depreciação da fibra.

A mão de obra envolvida nas etapas de colheita e pós-colheita do sisal desempenha funções específicas e o processo é conduzido da seguinte forma:

1. Cortador: realizam o corte das folhas em campo.

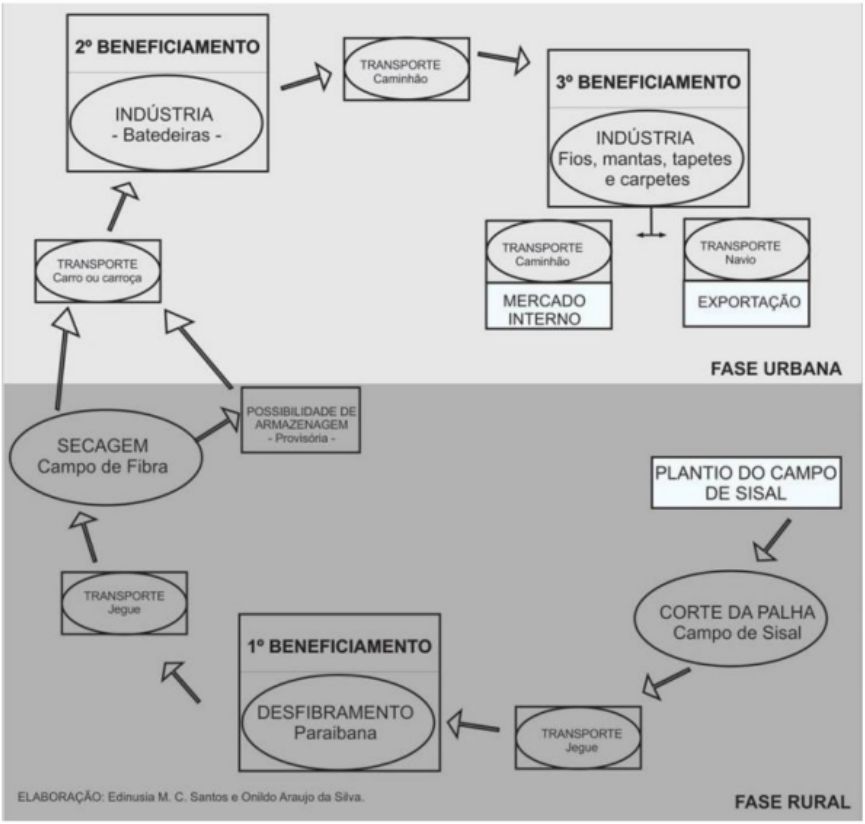
2. Botador de palha: amarra as folhas em feixes e as transporta para a máquina de desfibramento ou para o caminhão, dependendo de onde o processo irá acontecer. Geralmente, o transporte em trechos dentro da propriedade é realizado com animais.

3. Cevador: opera a máquina de desfibramento.

4. Resideiro: abastece a máquina com folhas de sisal e recebe a fibra úmida, realizando a pesagem. Remove os resíduos sólidos do sisal que ficam abaixo da máquina após o desfibramento.

5. Estendedor: responsável por estender a fibra no campo, utilizando fios de arame liso galvanizado em estacas ou flechas de sisal, permitindo a secagem e posterior armazenamento.

A seguir, a representação esquemática do processo de colheita e pós-colheita do sisal.



Representação esquemática do processo produtivo do sisal, que envolve os processos de beneficiamento subdivididos em fase rural e fase urbana. Adaptado de Santos e Silva (2017) apud QUEIROGA et al., 2021.

1. ENTENDA O CORTE DAS FOLHAS DE SISAL

A fase inicial do processo de colheita do sisal envolve o corte de um número determinado de folhas da planta. As folhas são consideradas prontas para o corte quando apresenta, alguns sinais como:

- Alcançam uma inclinação de 45 graus em relação ao eixo vertical da planta;
- Mudança na coloração de verde-clara para verde--escura;
- Atingem o comprimento de 1,20 a 1,40 metro.

ATENÇÃO

1. É recomendado a prática de desfolhar as plantas cortando as folhas inferiores próximas ao solo que estejam danificadas ou secas, pois não são adequadas para desfibramento.
2. Essa limpeza deve ocorrer antes do primeiro corte, caso haja folhas danificadas em novos campos.
3. Essa limpeza prévia evita, em grande parte, a necessidade de separar e descartar folhas não aproveitáveis durante o primeiro corte, que ocorre alguns meses depois.

Imagem 39 Planta de sisal antes do processo de limpeza das folhas velhas para início da colheita

Na colheita, é recomendado que seja mantida na planta uma quantidade mínima de 7 a 9 folhas para o *Agave sisalana* e de 9 a 12 folhas para o Híbrido 11648, em condições normais de colheita.

Imagem 40 Planta de sisal após o processo de limpeza e colheita das folhas

Isso pode evitar danos à planta, como distúrbios fisiológicos que resultam em queda de produção. O corte de folhas além do número recomendado pode levar a planta a produzir folhas menores, mais leves e com menor percentagem de fibras. Esse procedimento também é indicado para manter a longevidade e boa produção das plantas.

O corte das folhas deve ser feito de maneira a proporcionar uma seção lisa e uniforme no local do corte, reduzindo ao máximo a espessura da base de folhas remanescentes na planta (nunca superior a 5 centímetros).

Imagem 41 Detalhe do corte da folha de sisal

O corte manual, feito com uma pequena faca ou foice, deve ser rente ao tronco, com cuidado para não ferir as folhas remanescentes, que são deixadas na planta para o corte do próximo ano, já que avarias nas folhas podem ser uma via de contaminação por doenças. A rápida cicatrização dos tecidos depende da lisura da seção de corte. O corte começa com a remoção dos espinhos na extremidade da folha.

Imagem 42 Detalhe da remoção dos acúleos da ponta das folhas antes do corte do sisal

Em seguida, a faca deve ser posicionada na base da folha para realizar um corte direto, em um único movimento de cima para baixo.

Imagem 43 Sequência de posicionamento da faca e processo de colheita das folhas do sisal

ATENÇÃO

Onde a colheita é realizada por empreitada, utilizando-se mão de obra contratada, a supervisão é essencial para garantir a qualidade do corte, sendo crucial para o sucesso financeiro da plantação de sisal.

Para o *Agave sisalana*, o primeiro corte é possível aproximadamente entre 36 e 42 meses após o plantio definitivo, colhendo-se de 50 a 60 folhas. Nessa primeira colheita, 30 a 40% (10 a 25) das folhas são curtas e inadequadas para a cordoaria. Nas colheitas subsequentes, são retiradas cerca de 30 folhas por planta por ano. A vida útil da planta é de 8 a 10 anos, com produção média de 180 a 250 folhas neste período.

Para o sisal Híbrido 11648, que tem ciclo de vida semelhante ao *Agave sisalana*, o primeiro corte ocorre, em média, entre 42 e 48 meses, colhendo-se cerca de 110 folhas por planta. Nas colheitas subsequentes, são retiradas de 50 a 70 folhas por planta.

Como mencionado, o corte das folhas é realizado pelo cortador, responsável por essa operação. Geralmente, o cortador realiza o corte de uma quantidade de folhas, as quais são agrupadas em feixes (enfeixamento), amarrados ou não, com a base de todas as folhas direcionadas para um mesmo lado, e as pontas do outro, facilitando as etapas seguintes de coleta no campo e o transporte para a máquina desfibradora. Em propriedades maiores, é possível que o enfeixamento seja realizado por outro trabalhador. No caso dos feixes amarrados, em média, são reunidas 25 folhas e

amarradas com cordas ou utilizando a própria fibra do sisal. Estima-se que um trabalhador treinado consiga cortar e enfeixar, em média, 2.500 folhas por dia, reunidas em feixes de 25 folhas, totalizando 100 feixes/dia.

Imagem 44 Cortador realizando o corte e o enfeixamento das folhas de sisal

2. ENTENDA O TRANSPORTE DAS FOLHAS DE SISAL

O transporte das folhas cortadas para o local de desfibramento é um componente importante do custo de produção da cultura. Desse modo, deve ser na menor distância possível, a fim de que as folhas cheguem com regularidade e abundância em menor tempo possível.

Para isso, o "botador de palha" recolhe os feixes das folhas de sisal cortadas do campo para levá-las ao local onde está a máquina de desfibramento, geralmente, por jumen-

tos, utilizando cangalhas com cambitos (gancho tipo V) em seu dorso, onde são colocadas as folhas. O animal pode transportar uma carga de aproximadamente 200 folhas, cujo peso varia de 100 a 130 kg. Ao chegar ao seu destino, as folhas são empilhadas novamente, permanecendo até a próxima etapa de processamento.

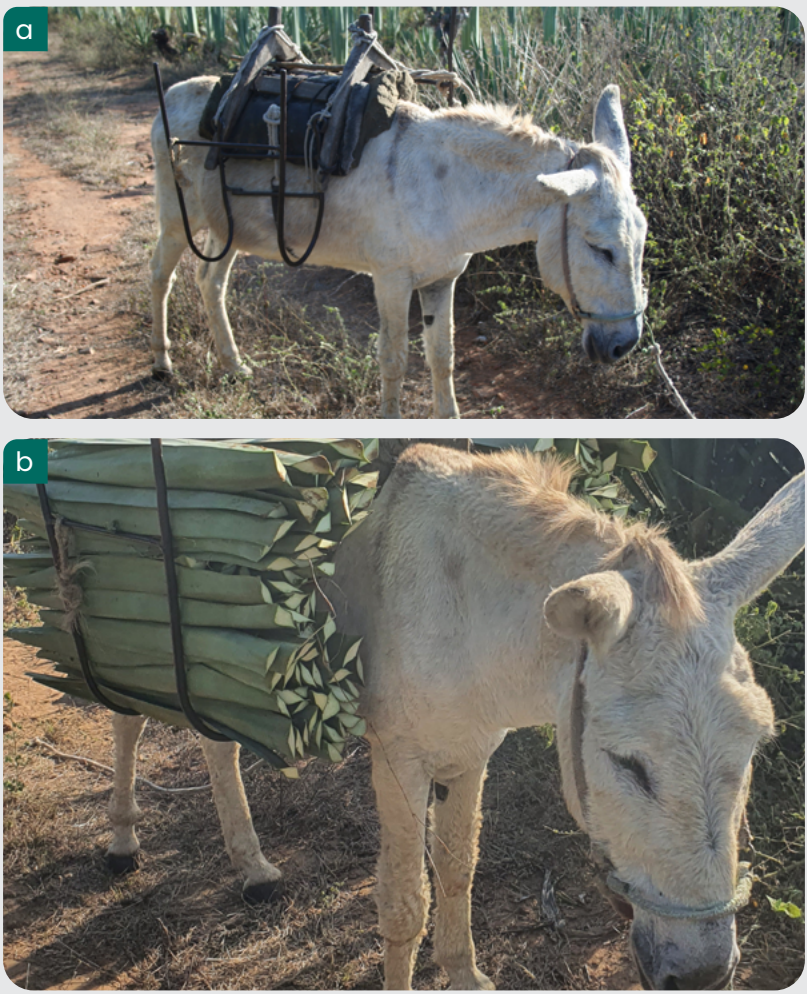


Imagem 45 Detalhes do uso de animais no transporte das folhas do sisal no interior da propriedade.

Imagem 46 Detalhes do empilhamento das folhas recém-colhidas para processo de desfibramento

ATENÇÃO

Em situações de desfibramento do sisal próximos ao talhão de corte, e a depender do rendimento da máquina utilizada, um animal e um operário são suficientes para o abastecimento. Já em casos de desfibramento em usinas que utilizam máquinas automáticas, é necessário que o transporte das folhas seja realizado por caminhões, devido à distância e à maior capacidade de processamento.

SENAR

Coleção Senar

IV. REALIZAR O PROCESSO DE PÓS-COLHEITA DO SISAL

IV. REALIZAR O PROCESSO DE PÓS-COLHEITA DO SISAL

O processo de pós-colheita do sisal envolve duas etapas principais: a extração das fibras, realizada durante o desfibramento das folhas colhidas, e o tratamento, que inclui a limpeza, armazenamento adequado e posterior comercialização.

1. CONHEÇA O DESFIBRAMENTO DA FOLHA DE SISAL

O desfibramento do sisal representa a operação central na pós-colheita, em que visa a remoção da polpa das fibras por meio de raspagem mecânica, tornando o processo complexo e de alto custo. Este processo, que é realizado pelo cevador, tem o objetivo de retirar toda a polpa da folha, permanecendo então a fibra. A retirada do máximo de polpa é recomendada para evitar que ocorra o processo de fermentação e reduza qualidade da fibra. Em algumas situações, após o processo de desfibramento, é recomendada a realização da lavagem da fibra.

Antes de iniciar o processo de desfibramento, é recomendado realizar a seleção das folhas, considerando seu comprimento para padronizar a fibra, assegurando assim uma melhor valorização do produto no mercado. Essa prática contribui para otimizar a qualidade da fibra e, consequentemente, seu valor comercial.

Inicialmente, no Nordeste brasileiro, a extração da fibra era realizada de forma manual, utilizando um instrumento chamado farracho ou alicate. Esse método era praticado realizando-se a raspagem das folhas para retirar a polpa ou mucilagem que existe envolvendo a fibra. Atualmente, com o aumento da área plantada, esse processo passou a ser mecanizado. As máquinas podem apresentar capacidade de desfibramento e taxa de desperdício variáveis.

Desfibramento mecanizado do sisal

A máquina desfibradora de sisal Modelo “Faustino IX” (DSF IX), proporciona eficiência no desfibramento das folhas de sisal, garantindo segurança aos operadores durante a obtenção da fibra. Com uma produtividade superior a 1.500 kg de fibra verde por hora (48% de fibra seca), a DSF VII supera a antiga máquina tradicional ao gerar fibras de melhor qualidade, reduzir o esforço físico do operador e eliminar os riscos de acidentes ou mutilações.

A máquina, que se encontra em fases de aprimoramento, conta com uma esteira alimentadora, onde as folhas de sisal são colocadas e encaminhadas para o rotor 1, que desfibra um lado da folha, e depois para o rotor 2, que desfibra o restante. Ao final do processo, a fibra completa é liberada pelo outro lado. Durante o desfibramento, os resíduos gerados são expelidos do sistema por compartimentos laterais da máquina.

Imagem 47 Desfibradora móvel de sisal e de corte do tipo transversal, desenvolvida por José Faustino Santos, denominada Faustino DSF IX.

A desfibradora Faustino IX opera de forma itinerante e em constante movimento pela propriedade. Ela se desloca entre as linhas de plantio, realizando o desfibramento e liberando os resíduos de sisal diretamente nas entrelinhas. Neste caso, é importante a implantação do sisalal já considerar a necessidade de mecanização, adotando, assim, espaçamento adequado entrelinhas.

A DSF IX opera com uma mesa de recepção, onde as folhas são depositadas e transportadas por uma esteira, conjugada a um sistema de polias e correias, levando as folhas até dois rotores. As folhas sofrem fricção entre os rotores e dois raspadores, onde ocorre o desfibramento. A fibra é, então, encaminhada por polias e correias até dois varões de meia polegada, sendo recepcionadas pela mesa de recebimento.

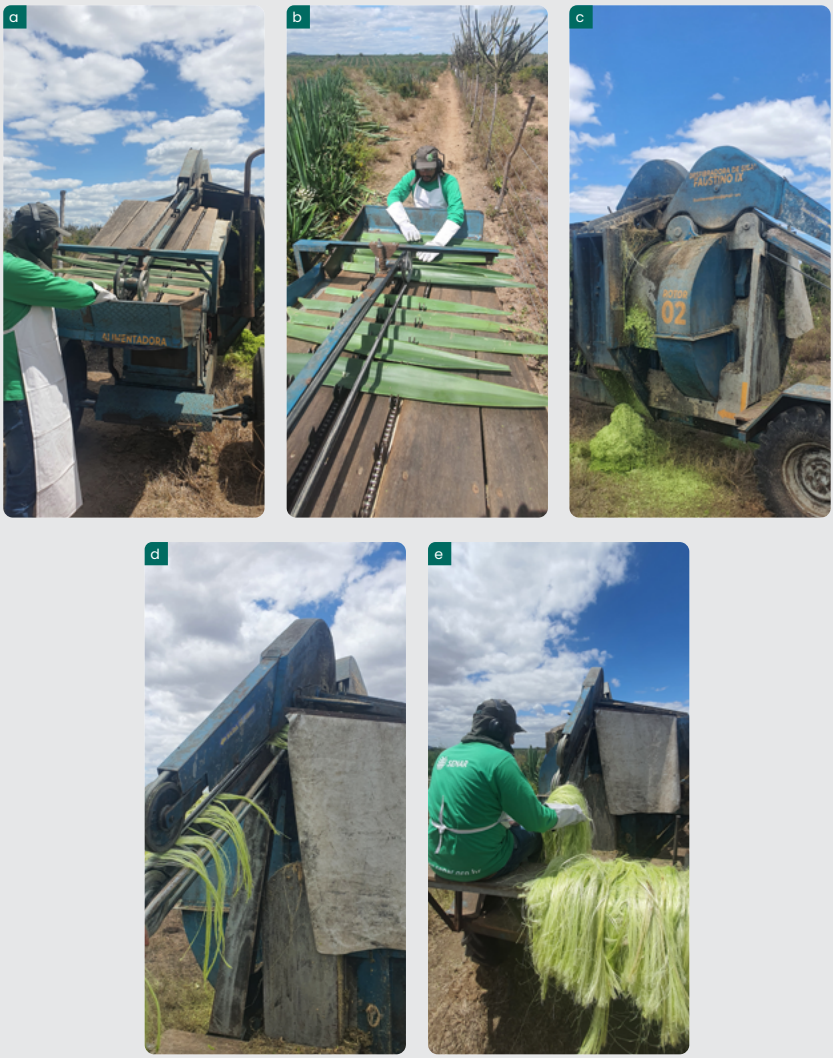


Imagem 48

Processo de desfibramento mecanizado do sisal. (a) Operador abastecendo a máquina com folhas do sisal; (b) detalhe da mesa de abastecimento e esteira de transporte; (c) processo de desfibramento enquanto a mucilagem é direcionada para fora da máquina; (d) varal de recepção das fibras; (e) detalhe das fibras após o processo de desfibramento

O desfibramento mecanizado em máquina DSF IX em comparação à máquina tradicional foi superior em 365,27%, alcançando o rendimento aproximado de 300 kg/hora. O desempenho do desfibramento é influenciado pela qualidade das folhas, principalmente no critério de umidade.

Baseado na alta capacidade de desfibramento da DSF IX, é essencial realizar um planejamento de adequação para os sistemas de plantio, colheita, desfibramento e secagem, a fim de maximizar a eficiência e a produtividade.

1.1 TRABALHO DECENTE NA CULTURA DO SISAL

Como em todas as atividades laborais, inclusive nas agropecuárias, critérios de saúde e segurança devem ser observados durante os processos produtivos. Esses critérios são determinados em normas próprias, e para o setor rural, esta norma é chamada de Norma Regulamentadora 31, ou simplesmente NR-31. Alguns critérios determinados nesta norma são:

1. O empregador deve fornecer treinamento prévio a todos os trabalhadores que operam máquinas agrícolas, incluindo, neste contexto, as máquinas estacionárias, como desfibradoras. Todas as máquinas utilizadas nas operações agrícolas devem possuir manual de instruções fornecido pelo fabricante ou importador, o qual deve ser mantido no estabelecimento, em formato original ou cópia, e deve ser disponibilizado aos empregados.

2. Quando o manual for inexistente ou extraviado, o empregador ou pessoa por ele designada deve elaborar uma ficha de informação contendo:

a) tipo, modelo e capacidade;

b) descrição da utilização prevista para a máquina ou equipamento;

c) indicação das medidas de segurança existentes;

d) instruções para utilização segura da máquina, equipamento ou implemento, com recomendações operacionais do fabricante, em especial quanto a limites de declividade, velocidade, carga e aplicação;

e) periodicidade e instruções quanto às inspeções e manutenção; e

f) procedimentos a serem adotados em situações de emergência, quando aplicável.

3. É responsabilidade do empregador fornecer gratuitamente os EPIs aos empregados sempre que na atividade houver risco à saúde e segurança do trabalhador.

4. Os equipamentos de proteção individual e os dispositivos de proteção pessoal devem ser adequados aos riscos e estar em condições de funcionamento.

5. O empregador deve exigir que os trabalhadores usem os EPIs e os dispositivos de proteção pessoal.

6. Os empregados também são responsáveis pelo uso de EPI, e devem:

a) utilizá-los somente para a finalidade a que se destina;

b) guardá-los e conservá-los;

c) comunicar ao empregador qualquer alteração que os tornem impróprios para uso;

d) cumprir as determinações do empregador sobre o uso adequado.

7. Em casos de trabalhadores safristas, como é típico na produção do sisal, as condições das frentes de trabalho (que são consideradas como extensões da propriedade rural) também devem seguir normas estabelecidas na NR-31:

a) disponibilizar, nas frentes de trabalho, água, sabão e toalhas para higiene pessoal;

b) disponibilizar instalações sanitárias, fixas ou móveis, compostas por vaso sanitário e lavatório, na proporção de um conjunto para cada grupo de 40 trabalhadores ou fração;

c) os locais para refeição e descanso devem oferecer proteção para todos os trabalhadores contra as intempéries e atender aos requisitos:

- ter condições de higiene e conforto;

- ter capacidade para atender aos trabalhadores, com assentos em número suficiente,
- observadas as escalas de intervalos para refeição;
- dispor de água limpa para higienização;
- ter mesas com superfícies ou coberturas lisas, laváveis ou descartáveis;
- dispor de água potável em condições higiênicas, sendo proibido o uso de copo coletivo;
- ter recipientes para lixo, com tampas; e
- dispor de local ou recipiente para guarda e conservação de refeições em condições higiênicas.

Conheça a NR-31 na íntegra no site do Senar acessando a coletânea de cartilhas da NR-31.

2. ENTENDA OS PROCESSOS DE LAVAGEM, SECAGEM E LIMPEZA DA FIBRA

Os processos de lavagem, secagem e limpeza da fibra de sisal constituem a segunda etapa do processo de pós-colheita. Esses procedimentos são essenciais para eliminar quaisquer impurezas que possam comprometer a qualidade final da fibra, o que, por sua vez, influencia diretamente seu preço no momento da comercialização.

Imagem 21 (a) Resultado do processo de lavagem mal manejado, apresentando resíduos aderidos à fibra; (b) resultado do processo de lavagem bem executado, apresentando fibras livres de resíduos.

2.1 LAVAGEM E SECAGEM DA FIBRA

Ao desfibrar o sisal sem a presença de água, existe o risco de algumas fibras saírem da máquina com resíduos de mucilagem (partículas da polpa da folha) aderidas. Se essas fibras secarem nessas condições, poderá resultar em manchas indesejadas. Para contornar essa situação, dois

procedimentos podem ser adotados: a lavagem da fibra ou a regulagem da máquina.

Assim, adotando o procedimento de lavagem, secagem e limpeza, após o desfibramento, a fibra seguirá dois caminhos:

1. tanques com água limpa para a lavagem;
2. campo de secagem.

Em tanques com água limpa, a fibra deve ser imersa durante a noite (8 a 12 horas) para a limpeza, removendo resíduos de mucilagem e seiva aderidos à fibra de sisal.

ATENÇÃO

Não é aconselhável utilizar água salobra para a lavagem da fibra de sisal devido à sua higroscopicidade (capacidade de absorver umidade do ar) e suscetibilidade a vida bacteriana, o que poderá afetar a qualidade da fibra após a secagem.

Após a lavagem, as fibras devem passar pelo processo de secagem ao sol, sendo expostas por um período de 8 a 10 horas. Para evitar o amarelecimento da fibra, é crucial não ultrapassar esse período de secagem.

O campo de secagem deve ser escolhido garantindo que as fibras não absorvam impurezas. Pode ser feito com varais ou estaleiros do tipo triângulo ou estrado, ambos feitos com fio de arame liso galvanizado (mais recomendado) ou em uma área cimentada devidamente limpa. Em varais tipo estrado é recomendado, para melhor secagem, revirar as fibras uma ou duas vezes.

Imagem 50 (a) Varal do tipo estrado para secagem das fibras; (b) varal do tipo triângulo para secagem das fibras – visão superior; (b) varal do tipo triângulo para secagem das fibras – visão inferior.

A vantagem do varal tipo triângulo é a maior uniformidade e velocidade de secagem da fibra e dispensa a necessidade de mão de obra para virada. Entretanto, seu custo de implantação pode ser até 3 vezes maior.

Recomenda-se que os estaleiros destinados à secagem da fibra de sisal possuam comprimento máximo de 30 metros, visando evitar longos deslocamentos no transporte das fibras dentro da área de secagem. Entre as fileiras de estaleiros, é recomendado manter um espaço de trabalho de pelo menos um metro.

As fibras devem ser distribuídas de maneira uniforme sobre os fios de arame liso, organizando-as em camadas finas para otimizar o processo de secagem.

Para acelerar o processo de secagem, os estaleiros devem ser posicionados alinhados à direção dos ventos predominantes na região. A orientação ideal é na direção norte-sul, permitindo que as fibras recebam a incidência solar em ambos os lados, tanto pela manhã quanto à tarde, proporcionando uma secagem mais rápida e uniforme.

Após a secagem, as fibras são agrupadas em pequenos feixes chamados manocas, amarradas pela parte mais espessa e levadas ao depósito para armazenamento sem serem dobradas.

Para avaliação do teor de umidade das fibras, pode-se utilizar equipamentos específicos de modo a atingir um teor de 13,5%.

Imagem 51 (a) Medidor do teor de umidade; (b) processo de medição do teor de umidade em feixes de sisal.

2.2 LIMPEZA DA FIBRA

A limpeza da fibra, também chamada de aprimoramento, batimento ou penteamento, é um processo realizado após a secagem e visa remover o pó e o tecido parenquimatoso (restos secos de mucilagem) que aderem aos feixes fibrosos, além de eliminar as fibras de menor comprimento, chamadas de buchas, resultando em um produto limpo, brilhante, macio e mais valorizado.

Imagem 52 (a) Fibras de sisal secas antes do processo de batimento; (b) fibras de sisal após o processo de batimento

Na região Nordeste, muitos produtores de sisal comercializam a fibra de forma bruta, sem passar por este processo de limpeza. A limpeza da fibra é realizada por batedeiras, máquinas similares às desfibradoras, equipadas com um tambor rotativo de cerca de 0,60 m de diâmetro e seis lâminas planas com 5 centímetros de largura, protegidas por uma capa metálica. Essas máquinas giram no sentido oposto ao das desfibradoras, atingindo uma velocidade de aproximadamente 200 rpm (rotações por minuto).

Imagem 53 Equipamento batedeira usado na limpeza de fibras de sisal

Para realizar o batimento da fibra, o operador introduz a manoca (pequenos feixes de fibras) na máquina, segurando-a pela extremidade mais espessa, para realizar a limpeza. As lâminas batem nas fibras ao longo de 70% do comprimento. Em seguida, a posição é invertida para completar a limpeza

da outra extremidade. Nesse processo, geralmente, ocorre uma perda de 8 a 10% do peso original da fibra devido à eliminação dos resíduos parenquimatosos e fibras curtas. Existem batedeiras automáticas que dispensam intervenção humana para a limpeza da fibra, sendo máquinas de alta capacidade e eficiência no escovamento.

Imagem 54 Batedeira de fibra de sisal em funcionamento

Para garantir a eficiência do escovamento, é recomendado que a manoca não seja muito espessa. Uma fibra escovada deve apresentar-se sem ondulações, espirais torcidas, bem penteada e livre de entrelaçamentos, além de estar isenta de partículas de polpa, pois a fibra de sisal é higroscópica, ou seja, possui grande capacidade de absorver umidade do ar e ficar suscetível à fermentação e à ação bacteriana.

No caso de pequenos produtores, a operação de batimento nem sempre é realizada e a fibra é comercializada na forma bruta. Entretanto, algumas associações de produtores de sisal adotam batedeiras comunitárias para obter um produto de melhor qualidade, visando agregar valor ao sisal. A diferença de valor entre a fibra bruta e a batida varia de 15% a 20%.

O resíduo da fibra seca resultante deste processo pode ser aproveitado como adubo orgânico ou incorporado em misturas para ração animal. As buchas, ou fibras curtas, remanescentes podem ser utilizadas na produção de celulose, estofados e como componente em polímeros, seja para uso doméstico ou na indústria automobilística. Outra finalidade das buchas é o uso na construção civil, em aplicação de gesso.

3. ENTENDA A SELEÇÃO E A CLASSIFICAÇÃO DA FIBRA

A classificação das fibras de sisal é realizada segundo parâmetros definidos pelas portarias nº 211/1975 e nº 71/1983 do Ministério da Agricultura e Pecuária, que identificam e qualificam a fibra do sisal segundo 2 parâmetros: classe da fibra e tipo da fibra.

A classificação é importante tanto para definir a valoração do produto que será pago ao produtor quanto para destinar as fibras ao mercado consumidor de acordo com suas exigências.

3.1. CLASSE DA FIBRA

Segundo o comprimento, a fibra de sisal é classificada em quatro classes, sendo:

• Extra longo (EL): fibra de comprimento acima de 1,10 metro;

• Longa (L): fibra de comprimento acima de 0,90 metro até 1,10 metro;

• Média (M): fibra de comprimento acima de 0,71 metro até 0,90 metro;

• Curta: fibra de comprimento de 0,60 metro até 0,70 metro.

3.2. TIPOS DA FIBRA

Com relação à qualidade, a fibra de sisal é classificada em quatro tipos mais o refugo, caracterizados pelas especificações abaixo:

• Tipo superior (TS): constituído de fibras lavadas, secas e bem batidas ou escovadas, de coloração creme-clara uniforme, em ótimo estado de maturação, com maciez, brilho e resistência bem acentuados, teor de umidade máxima de 13,5% (treze e meio por cento), bem soltas e desembaraçadas, isentas de manchas e impurezas, de substâncias pécticas (carboidratos que dão rigidez ao vegetal), de entrançamentos, nós, fragmentos de folhas e cascas e de quaisquer outros defeitos.

•Tipo 1: constituído de fibras secas e bem batidas ou escovadas, de coloração creme-clara ou amarelada, em ótimo estado de maturação, com maciez, brilho e resistência nor-

mais, manchas com pequena variação em relação à cor, umidade máxima de 13,5% (treze e meio por cento) soltas e desembaraçadas, isentas de impurezas, substâncias pécticas, entrançamentos e nós, fragmento de folhas e cascas e de quaisquer outros defeitos.

• Tipo 2: composto de fibras secas e bem batidas ou escovadas, de coloração amarelada ou pardacenta, com pequenas extensões esverdeadas, em bom estado de maturação, brilho e resistência normais, ligeiramente ásperas, umidade máxima de 13,5%, soltas e desembaraçadas, isentas de impurezas, entrançamentos, nós e cascas. Tolerância: defeitos de beneficiamento e maceração, constituído por algumas fibras emaranhadas de pouca extensão e profundidade, esparsas concentrações de substâncias pécticas e manchas com acentuada variação em relação à cor.

• Tipo 3: material formado de fibras secas, bem batidas ou escovadas, de coloração amarelada, com partes com tonalidade esverdeada, pardacenta ou avermelhada, em bom estado de maturação, com brilho e resistência normais, ásperas, manchas com variação bem acentuada em relação à cor, umidade máxima de 13,5%, soltas e desembaraçadas, isentas de impurezas, entrançamentos, nós e cascas. Tolerância: defeitos de beneficiamento e maceração constituídos por algumas fibras emaranhadas, de pouca extensão e profundidade, maiores concentrações de substâncias pécticas e manchas com variação bem acentuada em relação à cor.

• Refugo: são as fibras de sisal com menos de 0,60 centímetros ou cujas características não se enquadrem nos tipos descritos anteriormente.

Classes	Tipos	Características da fibra	Comprimento
Extra-Longa	Tipo 1	Fibra lavada de cor creme-claro	Fibras > 110 cm
	Tipo 2	Fibra de cor creme-claro ou amarelada	
	Tipo 3	Fibra de cor amarelada, com algumas fortemente esverdeadas, pardas ou avermelhadas	
Longa	Tipo 1	Fibra lavada de cor creme-claro	Fibras entre 90 cm a 110 cm
	Tipo 2	Fibra de cor creme-claro ou amarelada	
	Tipo 3	Fibra de cor amarelada, com algumas fortemente esverdeadas, pardas ou avermelhadas	
Média	Tipo 1	Fibra lavada de cor creme-claro	Fibras entre 70 cm a 90 cm
	Tipo 2	Fibra de cor creme-claro ou amarelada	
	Tipo 3	Fibra de cor amarelada, com algumas fortemente esverdeadas, pardas ou avermelhadas	
Curta	Tipo 1	Fibra lavada de cor creme-claro	Fibras entre 60 cm a 90 cm
	Tipo 2	Fibra de cor creme-claro ou amarelada	
	Tipo 3	Fibra de cor amarelada, com algumas fortemente esverdeadas, pardas ou avermelhadas	

Tabela 3. Classificação da fibra de sisal
FONTE: Maara/Bolsa de Mercadorias de Campina Grande,1997.

3.3. SOBRAS OU RESTOS DE FIBRA

Resíduos de Beneficiamento

Para efeito de identificação, os resíduos de beneficiamento são aqueles provenientes das operações de desfibramento, lavagem, secagem, batedura e seleção de fibras, inclusive aparas resultantes do processo de corte, e serão classificadas em quatro tipos, conforme especificado:

• Bucha de 1ª: constituída de fibras de coloração creme-clara uniforme, em ótimas condições de conservação, umidade máxima de 14%, proveniente das operações de secagem, batedura e seleção, isentas de matérias estranhas e nós.

• Bucha de 2ª: constituída de fibras de coloração amarelada, pardacenta, avermelhada ou esverdeada, em bom estado de conservação, umidade máxima de 14%, proveniente das operações de secagem, batedura e seleção, isentas de matérias estranhas e nós.

• Bucha de 3ª ou de campo: constituída de fibras de coloração amarelada, pardacenta, avermelhada ou esverdeada, em bom estado de conservação, umidade máxima de 14%, proveniente da operação de desfibramento das folhas, tolerando-se algumas fibras com fragmentos de folhas e de nós.

• Aparas: pedaços curtos ou seccionados, inclusive pontas, soltos, em bom estado de conservação, umidade máxima de 14%, isentos de matérias estranhas, nós e mofo, tolerando-se alguns pedaços de fibras unidas por fragmento ou resto de tecido foliáceo.

Resíduos de Fiação

Para efeito de identificação, os resíduos de fiação serão aqueles provenientes da industrialização da fibra e serão classificados de acordo com as seguintes especificações:

• Resíduos de espalmadeira-penteadeira (RE): constituídos de pó, fibras cortadas e pedaços curtos de fibra que caem durante o processo de estiragem entre os pentes da máquina industrial;

• Resíduos de passadeira (RP): constituídos de pó e de fibras penteadas pela máquina industrial e pelo próprio passador;

• Resíduos de fiadeira (RF): constituídos de pó e de fio retorcido, juntamente com fibras, rígido devido à torção exagerada;

• Resíduos de tosquiadeira (RT): constituídos de aparas das pontas de fibras que se projetam para fora dos fios e cordas, com o comprimento de um centímetro a três centímetros; e

• Resíduos de Trançadeira e Torcedeira de Corda (RTC): constituídos de pequenos pedaços de fibras, pontas de cordas e pedaços de cordas com defeitos.

A fibra de sisal que não atender às condições especificadas no subitem Tipos, das presentes normas, ou que apresentar mistura de classes, será classificada como abaixo do padrão.

A fibra classificada como abaixo do padrão poderá ser:

- Comercializada como tal, desde que perfeitamente identificada;

- Desdobrada ou recomposta, de modo a permitir nova classificação.

A fibra de sisal, poderá ser considerada desclassificada quando apresentar:

• Mau estado de conservação;

• Aspecto generalizado de mofo e fermentação;

• Evidências acentuadas de apodrecimento.

A fibra de sisal submetida a tratamentos especiais, ou ainda, beneficiada por processo biológico ou químico, será classificada por equivalência, nas respectivas classes e tipos, devendo constar no Certificado de Classificação a expressão Classificada por Equivalência.

4. CONHEÇA O ENFARDAMENTO DA FIBRA

Após o batimento e a classificação, a fibra passa pela etapa de enfardamento, onde é acondicionada em fardos para transporte até a indústria. Este processo é realizado por prensas hidráulicas, compostas por uma ou duas caixas. As prensas de duas caixas apresentam alto rendimento operacional, pois, enquanto uma caixa está em processo de prensagem, a outra é abastecida, otimizando o processo. As dimensões médias de cada caixa são de aproximadamente 150 x 50 x 70 cm, produzindo fardos com pesos variando entre 120 e 200 kg.

Existem três categorias de prensas que variam de acordo com o tipo de caixa, sendo: fixa, móvel ou giratória.

Imagem 55 (a) Prensa hidráulica de caixa fixa; (b) prensa hidráulica de caixa móvel; (c) fibras de sisal prensadas em fardos

O procedimento de prensagem e enfardamento deve seguir determinação da Portaria 71, de 16 de março de 1983, que traz as orientações:

• As fibras devem ser postas na prensa e adequadamente estiradas, em curvas suaves, nos cantos da caixa.

• O fardo deve ser amarrado com corda de sisal, arame ou cinta metálica; deve ser aplicada no fardo, por baixo do material de amarração e no ato do enfardamento, uma faixa de tecido de algodão ou polipropileno de dimensão e textura apropriadas para receber a marcação.

• O fardo deve apresentar dimensões, forma e densidade condizentes com os equipamentos utilizados para a sua prensagem e que atendam às exigências oficiais para transporte e armazenagem do produto. A embalagem deve garantir a inviolabilidade do produto.

ATENÇÃO

A classificação das fibras antes do enfardamento requer cuidado, pois cada lote deve ser composto por fibras do mesmo tipo. A presença de fibras de qualidade inferior em um fardo pode afetar todo o lote, sendo prevalecente a classificação do tipo mais baixo.

4.1. MARCAÇÃO DOS FARDOS (RASTREABILIDADE)

A marcação do fardo deve ser realizada sobre a faixa de tecido com letras e números perfeitamente legíveis e de fácil visualização. O fardo deverá conter as seguintes informações:

- produto
- safra
- lote
- número do fardo
- nome da prensa (marca comercial)
- classe
- tipo
- peso bruto
- local de prensagem
- cidade
- Unidade Federativa
- data da prensagem

Imagem 56 Fardos de fibras devidamente identificadas

4.2 CONHEÇA O ARMAZENAMENTO DA FIBRA DE SISAL

As boas práticas de armazenamento do sisal determinam que:

• Os locais destinados à armazenagem da fibra de sisal deverão oferecer plena segurança, principalmente contra agentes contaminantes como fungos que produz o mofo e escurece a fibra, dispondo de condições técnicas imprescindíveis à conservação da qualidade comercial do produto e à fiscalização;

• A fibra deve conter no máximo 13,5% de umidade (que pode ser mensurada com um medidor de umidade portátil) e ser armazenada em fardos prensados, obedecendo às especificações e à classificação do tipo de fibra;

• O armazém deverá oferecer segurança contra incêndio, ter boa ventilação e possuir número suficiente de portas para o escoamento do produto armazenado;

• Deverá ser rigorosamente proibido fumar nos armazéns e, por medida de precaução, eles deverão possuir sistemas de combate a incêndio.

SENAR

Coleção Senar

V. REALIZAR A RENOVAÇÃO DAS ÁREAS DE SISAL

V. REALIZAR A RENOVAÇÃO DAS ÁREAS DE SISAL

De maneira geral, uma planta de sisal pode apresentar um ciclo produtivo que varia de 8 a 10 anos, embora existam casos de campos produtivos que ultrapassam os 20 anos. Nestas situações, os agricultores costumam renovar o campo de forma natural, selecionando rebentos vigorosos localizados nas fileiras das plantas. Esses rebentos são escolhidos para substituir as plantas-mães que apresentam declínio na produção após completarem seu período produtivo. No entanto, é aconselhável realizar a erradicação total do campo quando este se torna improdutivo, indicado pelo momento em que cerca de 70% das plantas tenham emitido os pendões florais.

Imagem 57 Substituição das plantas-mães pelos rebentos

É recomendado o manejo escalonado ou circular na renovação do sisalal. Dessa forma, os rebentos são transplantados de áreas mais antigas para novas áreas da propriedade. O escalonamento visa manter a produção de forma constante, garantindo que, enquanto uma área está em fase final do ciclo produtivo, outra está pronta para o corte (colheita) e as demais estão em fase de desenvolvimento. Essa prática contribui para otimizar a utilização da área e garantir um fluxo contínuo de produção de sisal na propriedade ao longo do tempo.

Nesse contexto, é recomendado o corte total das folhas até a folha-vela (folhas centrais em desenvolvimento). Posteriormente, proceder à erradicação do sisalal, que pode ser feito utilizando um trator de esteira ou um trator de pneus equipado com lâmina frontal. Uma alternativa econômica para realizar a remoção das plantas é com o conjunto trator e arado, onde o disco da frente do arado é retirado e o trator é conduzido sob a linha do sisal. O amontoamento das plantas e bulbos é realizado manualmente. Após esse processo, é necessário um novo preparo da área, incluindo aração, gradagem, calagem e adubação, seguidos por sulcamento ou coveamento e plantio de mudas selecionadas.

ATENÇÃO

1. Para promover a renovação dos campos de sisal, é necessário manter animais afastados da área, especialmente ruminantes, principalmente nos primeiros dois anos de implantação do sisal.
2. Certos animais podem adquirir o hábito de se alimentar de plantas jovens, o que pode acarretar problemas tanto para o animal quanto para a própria planta.
3. As mudas devem ser vigorosas e livres de danos mecânicos, assegurando, assim, o melhor desenvolvimento possível.

SENAR

Coleção Senar

VI. CONHECER AS FORMAS DE APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DO DESFIBRAMENTO DE SISAL

VI. CONHECER AS FORMAS DE APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DO DESFIBRAMENTO DE SISAL

Apenas 4% da folha do sisal é aproveitada na forma de fibra, que é o produto principal. Durante o desfibramento da folha são gerados os resíduos, que se dividem em duas partes distintas:

- resíduo líquido: composto principalmente pela seiva do sisal, também conhecido como água do sisal ou suco do sisal, correspondendo a 80% da folha;
- resíduos sólidos: que totalizam em média 16%, incluindo 15% de mucilagem ou polpa da folha e 1% de bucha.

Imagem 58 (a) Resíduo sólido de mucilagem ou polpa; (b) resíduo sólido de fibras curtas ou bucha

1. CONHEÇA O APROVEITAMENTO DOS RESÍDUOS DE SISAL

Cada parte dos resíduos de sisal pode ser aproveitada em diferentes situações, seja na própria cultura durante o manejo ou em outras atividades. O resíduo líquido pode ser utilizado como bioinseticida. A mucilagem pode ser utilizada na alimentação de animais ruminantes nas formas:

- silagem;
- feno;
- *in natura*.

Imagem 59 (a) Silagem produzida com mucilagem de sisal; (b) feno produzido com mucilagem de sisal; (c) mucilagem in natura para oferta aos animais.

Além disso, a mucilagem, quando não estiver mais apta à alimentação animal, pode ser empregada no processo de compostagem ou usada para reposição de nutrientes no solo. A bucha, sozinha ou misturada à mucilagem seca, pode ser utilizada como cobertura de solo na propriedade.

1.1. SUCO (RESÍDUO LÍQUIDO) DO SISAL E SUAS UTILIDADES

O resíduo líquido, conhecido como suco do sisal, representa 80% do peso da folha da planta e frequentemente é descartado junto com os resíduos sólidos (mucilagem e bucha) por muitos agricultores, muitas vezes em locais próximos à máquina de desfibramento, sem qualquer aproveitamento.

Para uso na agricultura, algumas pesquisas avaliam o efeito do resíduo líquido do sisal como ação bioinseticida e bio-herbicida em culturas como milho e algodão.

Na pecuária, o líquido da *Agave americana*, espécie semelhante ao sisal, quando pulverizado contra o carrapato bovino, proporcionou uma mortalidade da praga de 95%; quando diluído em óleo na proporção 1:1; observou-se 100% de mortalidade dos carrapatos. O suco do sisal, *Agave sisalana,* já foi utilizado no tratamento de verminoses de caprinos em diferentes doses.

1.2. MUCILAGEM DO SISAL NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

No Nordeste brasileiro, é comum que bovinos, ovinos e caprinos se alimentem dos resíduos frescos do desfibramento. Porém é necessária a separação entre a bucha e a mucilagem, que pode ser realizada por meio de um equipamento simples e de baixo custo, denominado peneira rotativa ou gaiola rotativa, desenvolvido pela Embrapa Algodão.

ALERTA

A ingestão desses resíduos, contendo a bucha e o suco, pode resultar na obstrução do rúmen, uma vez que o sistema digestivo do animal não consegue degradar a fibra adequadamente, devido à ausência de ação da flora bacteriana. Isso pode levar ao timpanismo, ou "embuchamento", como é popularmente conhecido, causando a morte do animal.

A peneira rotativa possui uma tela com malha de 35 mm e fio de 12 mm, cuja função é reter a bucha até a extremidade inferior, permitindo que a mucilagem, ou polpa da folha do sisal, passe pelas malhas. No interior da peneira, foram instaladas fileiras de pinos para reter as fibras durante o movimento giratório. A peneira cilíndrica apresenta uma leve inclinação de 12° para garantir o escoamento da bucha.

Imagem 60 Peneira rotativa usada para a separação da mucilagem para alimentação animal

O funcionamento da peneira rotativa ocorre da seguinte forma: uma pessoa coloca o resíduo na parte superior com o auxílio de uma pá. Ao girar a peneira, o resíduo depositado começa a se mover por meio dos pinos, provocando impacto contra a tela. Durante esse processo, ocorre o escoamento da mucilagem pela malha, enquanto a bucha retida nos pinos vai, aos poucos, se desprendendo e se movendo até sair da gaiola. A mucilagem fresca é recomendada para alimentação dos animais ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos), podendo ser utilizada *in natura* peneirada ou na forma de silagem ou feno.

O equipamento deve estar instalado próximo à máquina desfibradora para aproveitar todo o resíduo produzido no processo de desfibramento do sisal.

Imagem 61 Operação da peneira rotativa para separação da mucilagem.

1.1.1. APRENDA O PROCESSO DE FENAÇÃO DA MUCILAGEM DO SISAL

No processo de fenação, a mucilagem peneirada deve ser exposta ao sol em uma área concretada ou em chão batido limpo, distribuída em camadas finas e uniformes de 5 a 7 centímetros de espessura. O processo de secagem dura de dois a três dias, até que a mucilagem atinja um teor de umidade entre 15 e 20%. Durante o dia, recomenda-se revolver a massa para garantir uma secagem uniforme. Ao final do dia, a massa deve ser amontoada e coberta com lona plástica, para evitar a absorção da umidade noturna.

Para realizar o processo de fenação da mucilagem, siga os seguintes passos:

Passo 1: coloque uma lona plástica embaixo da peneira rotativa para coleta da mucilagem a ser peneirada;

Passo 2: realize a separação entre a bucha e a mucilagem na peneira rotativa;

Passo 3: colete toda a mucilagem peneirada;

Passo 4: distribua toda a mucilagem em área concretada ou em chão batido limpo em camadas finas e uniformes de 5 a 7 centímetros de espessura;

Passo 5: revolva a mucilagem ao longo do dia, sempre observando a umidade, em que a partícula esteja pouco úmida;

Passo 6: realize a cobertura do material com lona plástica ao final do dia, para evitar a absorção da umidade noturna;

Passo 7: realize a coleta do material para armazenamento em sacos plásticos após dois ou três dias de secagem.

Imagem 62 Etapas do processo de fenação da mucilagem do sisal

1.1.2. APRENDA O PROCESSO DE ENSILAGEM DA MUCILAGEM DO SISAL

No processo de ensilagem, a mucilagem do desfibramento contém entre 80% e 85% de umidade. Para ser ensilada adequadamente, essa umidade deve ser reduzida para 30%. Isso é feito através da exposição ao sol, em um procedimento semelhante ao descrito para a fenação. Após esse período de secagem, a mucilagem deve ser armazenada em montes sobre o solo coberto com lona, em silos do tipo trincheira, ou em sacos plásticos. Independentemente da forma de armazenamento, é necessário comprimir o material para expulsar o ar contido na massa ensila-

da, garantindo assim a preservação adequada. A retirada do ar evita que o material se oxide e entre em processo de decomposição.

Para realizar o processo de ensilagem da mucilagem siga os seguintes passos:

Passo 1: colete toda a mucilagem peneirada;

Passo 2: distribua toda a mucilagem em uma lona em camadas finas e uniformes de 5 a 7 centímetros de espessura;

Passo 3: revolva a mucilagem ao longo do dia, sempre observando a umidade, até que a mucilagem não escorra líquido quando apertada com as mãos;

Passo 4: realize a cobertura do material com lona plástica ao final do dia, para evitar a absorção de umidade noturna;

Passo 5: após dois ou três dias de secagem, realize a coleta do material para armazenamento em sacos plásticos ou tonéis plásticos, compactando o material para expulsar todo o ar;

Passo 6: O material deve ser armazenado, sob condições fechadas (sem abertura e sem entrada de ar) por um período de no mínimo 30 dias, antes que seja fornecido aos animais.

Imagem 63 Saco plástico impermeável utilizado na produção de silagem de sisal

1.1.3. OFERTA DA MUCILAGEM OU DA SILAGEM/ FENAÇÃO AOS ANIMAIS

A mucilagem in natura pode ser fornecida diretamente para os animais assim que passada na peneira rotativa.

A mucilagem fenada ou ensilada deve ser oferecida aos animais combinada com uma fonte de nitrogênio e uma fonte de enxofre. Veja as recomendações a seguir para preparo do composto:

Composto 1. ureia pecuária + sulfato de cálcio (gesso agrícola): deve-se utilizar uma parte de gesso para quatro partes de ureia pecuária.

Composto 2: ureia pecuária + sulfato de amônio. Se a fonte de enxofre escolhida for o sulfato de cálcio, deve-se adicionar uma parte para nove partes de ureia pecuária.

Em ambas as opções acima, a ureia pecuária e a fonte de enxofre escolhida devem ser bem misturadas com o auxílio de uma pá ou enxada e o composto resultante deve ser guardado em local seco, fora do alcance dos animais.

Antes da oferta aos animais, os compostos 1 ou 2 devem ser diluídos em água e adicionados à mucilagem fenada de forma uniforme. Inicie com uma concentração de 0,5% na primeira semana, aumente para 1,0% na segunda semana, até atingir 2,0% a partir da terceira semana (período de rotina).

Primeira semana (adaptação):

100 kg de mucilagem fenada + ½ kg de composto 1 ou 2 (mistura de ureia + fonte de enxofre) + 4 litros de água.

Segunda semana (adaptação):

100 kg de mucilagem fenada + 1 kg de composto 1 ou 2 (mistura de ureia + fonte de enxofre) + 4 litros de água.

Terceira semana (adaptação):

100 kg de mucilagem fenada + 2 kg de composto 1 ou 2 (mistura de ureia + fonte de enxofre) + 4 litros de água.

Passo 1: dilua o composto 1 ou 2 (mistura de ureia e fonte de enxofre) em 4 litros de água dentro de um recipiente adequado e transfira a solução para um regador.

Passo 2: regue a mucilagem fenada de maneira uniforme, garantindo que a mistura seja completamente absorvida.

ATENÇÃO

A ureia recomendada é a UREIA PECUÁRIA. Não utilizar ureia fertilizante na alimentação de ruminantes.

SENAR

Coleção Senar

VII. CONHEÇA ALGUNS PRODUTOS FEITOS COM A FIBRA DO SISAL

VII. CONHEÇA ALGUNS PRODUTOS FEITOS COM A FIBRA DO SISAL

O setor de cordoalha representa a principal aplicação do sisal, abrangendo uma ampla variedade de produtos derivados dessa fibra. O termo “cordoalha” refere-se, de forma ampla, a todos os produtos feitos de sisal, como fios, barbantes, cordéis para embalagens e diferentes tipos de cordas utilizadas na agricultura, pecuária, indústria e comércio.

Imagem 64 Bobinas de fios de sisal – baler twine

Durante o processo de produção, o fio recebe um tratamento especial por meio da adição de uma emulsão que o protege contra roedores (ratos), fungos (mofo) e apodrecimento. Esse tratamento garante que o produto possa ser armazenado de forma segura por longos períodos, sem perda de qualidade.

O principal destino da fibra de sisal é a produção de fios utilizados na agricultura, internacionalmente conhecidos como *baler twine*, um fio torcido produzido a partir de fibras de sisal alinhadas que devem ter uniformidade de comprimento para garantir regularidade no diâmetro e maior resistência. Esse fio é amplamente utilizado para amarração de fardos de feno, especialmente nos mercados dos Estados Unidos e Europa e, mais recentemente, no Brasil.

Embora aproximadamente dois terços da fibra de sisal sejam destinados à produção do *baler twine*, outros produtos derivados do sisal também têm importância significativa:

Cordas

Fabricadas tanto com fios oleados (*baler twine*) quanto com fios secos (sem óleo). O diâmetro das cordas varia de acordo com a aplicação desejada, podendo ir de 5 mm até espessuras para uso em frotas marítimas.

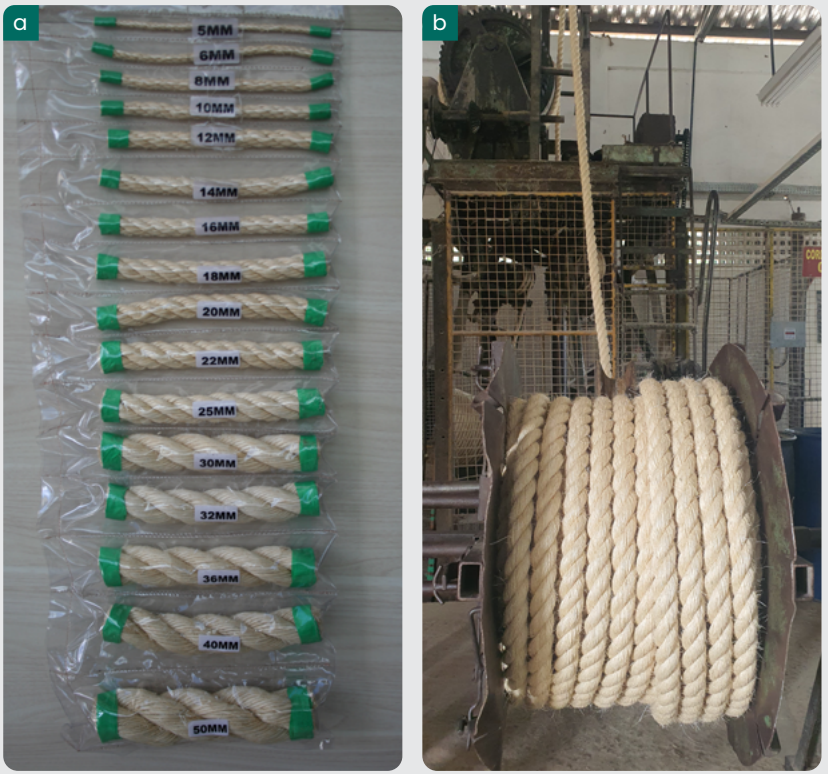


Imagem 21 (a) Espessuras de cordas em mm utilizando a fibra do sisal; (b) corda de sisal para uso naval.

Além do setor de cordoalha, ainda existem outros campos de aplicação para o sisal, como:

Papel

As buchas de sisal são utilizadas na manufatura de papel tipo kraft, porque oferecem tenacidade especial e grande resistência, apesar de, atualmente, esse tipo de utilização

estar se tornando inviável, uma vez que a celulose de madeira apresenta menores custos de produção. Também se utiliza sisal na fabricação de papéis finos para embalagem de cigarro, filtros especiais e absorventes.

Construção Civil

As buchas de sisal encontram aplicação no setor da construção civil, sendo utilizadas no polimento de revestimentos cerâmicos e na composição de massas para a fabricação de forros de gesso.

Tapetes

Os tapetes e capachos de sisal são fabricados em diversas tramas e acabamentos, como bordas em couro ou tecidos especiais. Embora o principal mercado seja o internacional, atendendo países como França, Espanha e Alemanha, o mercado interno brasileiro vem crescendo, especialmente nas grandes capitais. Impulsionados pela onda ecológica, esses tapetes, antes restritos a ambientes rústicos, agora decoram escritórios de grandes e modernas empresas. A produção de tapetes de sisal requer fios extremamente finos (entre 800 e 1.000 m/kg) e de alta qualidade, fabricados a partir de fibras longas (cerca de 1,10 metro) e com elevado grau de limpeza. Apesar do crescimento do setor, a quantidade de sisal utilizada na fabricação de tapetes ainda é pequena em comparação com a indústria de fios agrícolas (*baler twine*).

Além disso, a produção de fios para tapetes exige uma infraestrutura de tinturaria sofisticada, pois esses produtos demandam uma ampla gama de cores para atender ao gosto exigente de arquitetos e consumidores.

Imagem 66 Processo de produção de tapetes a partir da fibra de sisal

Artesanato

O sisal é amplamente utilizado na produção de diversos tipos de artesanato, como bolsas, cadeiras de balanço, escovas e objetos de adorno e decoração. Com melhorias no *design* e na qualidade do acabamento, o artesanato de sisal baiano tem conquistado novos mercados, sendo encontrado nas principais lojas de decoração de Salvador e em outras capitais do país.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando as novas ruralidades, a necessidade de produzir com sustentabilidade e as novas demandas que valorizam não só os produtos em si, mas toda uma simbologia cultural e territorial agregadas a estes, os produtos lácteos artesanais, especialmente os queijos, apresentam-se como forte potencialidade e constitui uma alternativa de vida digna no campo para as famílias produtoras.

O resgate do produtor rural como parte importante no processo sociocultural do Brasil constitui um marco decisivo para o desenvolvimento da cadeia produtiva leiteira. Entre eles, se destacam os queijos artesanais, especializados e diretos da fazenda.

A atividade, além de gerar novas aberturas de mercado, permite o aumento da renda familiar, contribui para permanência do agricultor no campo e cria oportunidades de ocupação, principalmente, para mulheres e jovens. Grande parte da comercialização dos produtos lácteos agroindustriais, apesar de estarem inseridos na dinâmica da economia informal dos municípios e ser subestimados em termos econômicos, tem grande importância social, econômica e cultural.

A produção de materiais como esta cartilha, com conteúdo informativo de qualidade, é essencial para subsidiar técnicos, especialistas, produtores, consumidores com informações relevantes sobre essa cadeia produtiva tão especializada.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA JUNIOR, E. R.; **Cultivo e aproveitamento do sisal (*Agave sisalana*).** Dossiê Técnico. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC/MG. Julho, 2012.

ANDRADE, R.; ORNELAS, J.; BRANDÃO, W. **Situação atual do sisal na Bahia e suas novas possibilidades de utilização e aproveitamento.** 2009. Revista Bahia Agrícola ed. 15 anos, v.9, n.1, p. 14-19, novembro, 2011. Disponível em: <https://issuu.com/diogocardoso5/docs/bahia_agricola_2011> Acesso: 15/02/2024.

BATISTA, D. C.; SILVA, F. M.; SOUZA, W. C. O.; BARBOSA, M. A. G.; COSTA, V. S. O.; BRANDÃO, W. N.; TERAO, D. **Manejo da Podridão Vermelha do Tronco do Sisal.** CIRCULAR TECNICA ONLINE 92, Petrolina, PE, dezembro, 2010.

BEZERRA, J.E.S.; SILVA, O.R.R.F. da; CARVALHO, O.S.; SANTOS, J.W. dos; ALVES, I. **Estudo da severidade de corte das folhas do sisal híbrido 11648 cultivado na Paraíba.** In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). Relatório técnico anual 1987-1989. Campina Grande, 1991a. p.593-595.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 211, de 9 de maio de 1975.** Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=2056517983> Acesso: 15/02/2024.
BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 71, de 1983.** Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=571046430> Acesso: 15/02/2024.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria nº 326, de 2011.** Disponível em: <https://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMapa&chave=746961756> Acesso: 15/02/2024.

Companhia Sisal do Brasil – COSIBRA. **MATERIA PRIMA / PROCESOS.** Disponível em: <https://www.cosibra.com.br/materia_prima.php> Acesso: 15/02/2024.

COUTINHO, W. M.; LUZ, C. M.; SUASSUNA, N. D.; SILVA, O. R.R. F.; SUINAGA, F. A. **A podridão do tronco do sisal.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 4 p. (Embrapa Algodão. Comunicado Técnico, 281).

Duarte EAA, Damasceno CL, de Oliveira TAS, Barbosa LdO, Martins FM, de Queiroz Silva JR, de Lima TEF, da Silva RM, Kato RB, Bortolini DE, Azevedo V, Góes-Neto A and Soares ACF (2018) **Putting the Mess in Order: Aspergillus welwitschi-**

ae (and Not A. niger) Is the Etiological Agent of Sisal Bole Rot Disease in Brazil. Front. Microbiol. 9:1227. doi: 10.3389/fmicb.2018.01227 Disponível em: < Fronteiras | Colocando a bagunça em ordem: Aspergillus welwitschiae (e não A. niger) é o agente etiológico da podridão do sisal no Brasil (frontiersin.org) > Acesso: 15/05/2024.

EMBRAPA ALGODAO; **Extrato do sisal é testado como inseticida contra o Aedes aegypti.** EMBRAPA Notícias: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação. 12 jan. 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8841447/extrato-do-sisal-e-testado-como-inseticida-contra-o-aedes-aegypti#:~:text=Um%20estudo%20realizado%20pela%20Universidade,a%20dengue%2C%20zika%20e%20chikungunya. > Acesso: 15/02/2024.

FIGUEIREDO, K.J.C. **Estudo experimental da toxidade do resíduo do sisal (agave sisalana Perrine) para bovinos.** 1974. 40 f. Dissertação (Mestrado em medicina Veterinária) – Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: 1974. Disponível em: < https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR19780241478 > Acesso: 15/02/2024.

MEDINA, J. C. **O sisal.** São Paulo: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1954.

MEDINA, J.C. **Multiplicação do sisal (Agave Sisalana Perrine) por bulbilhos e rebentões e métodos de preparo e plantio das mudas.** Bragantia, v.22, n.45, p.559-574, 1963.

OASHI, Mª da Conceição Guimarães. **Estudo da cadeia produtiva como subsídio para pesquisa e desenvolvimento do agronegócio do sisal na Paraíba.** Florianópolis: 1999. 253 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina. UFSC. Disponível <www.ufsc.br/teses> Acesso: 10/11/2023

OLIVEIRA, L. H. G.; SOUSA, P. A. P. S.; HILARIO, F. F.; NASCIMENTO, G. J.; MORAIS, J. P. S.; MEDEIROS, E. P.; SOUSA, M. F.; NUNES, F. C.; **Agave sisalana extract induces cell death in Aedes aegypti hemocytes increasing nitric oxide production.** Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine, v. 6, p. 396-399, 2016. Disponível em: < http://dx.doi.org/10.1016/j.apjtb.2015.12.018> Acesso: 15/02/2024

PAIVA, J.A. de J.; VALE, O.E. do; MOREIRA, W.M.; SAMPAIO, A.O. **Utilização do resíduo do desfibramento do sisal (Agave sisalana, Perrine) na alimentação de novilhos.** Salvador: EPABA, 1986.

PIZARRO, A. P. B. **Utilização do extrato de agave Americana Linnaeus no controle de Boophilus microplus.** Veterinária Notícia. v. 4, n. 1, 1998. Disponível em: < https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR1999000450 > Acesso: 15/02/2024

PIZARRO, A. P. B.; OLIVEIRA FILHO, A. M.; PARENTE, J. P.; MELO, M. T.V.; SANTOS, C. E.; LIMA, P. R.; **O aproveitamento do resíduo da indústria do sisal no controle de larvas de mosquitos.** Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical 32(1):23-

29, jan-fev, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0037-86821999000100005 > Acesso: 15/02/2024.

QUEIROGA, V. P.; SILVA O. R. R. F.; MEDEIROS, J. C.; FRANCO, C. F. O. **SISAL (***Agave sisalana,* **Perrine) TECNOLOGIAS DE PLANTIO E UTILIZAÇÃO.** 1ed. Campina Grande: AREPB, 2021. Disponível em: <https://issuu.com/abarriguda/docs/livro_sisal_sisalana> e <https://www.researchgate.net/publication/351229045_SISAL_Agave_sisalana_Perrine_TECNOLOGIAS_DE_PLANTIO_E_UTILIZACAO> Acesso: 10/11/2023.

SANCHES POTES, A. et al. **Manualles para educación agropecuária: cultivos de fibras.** México: Trillas, 1991.

SANTOS, R. D.; NEVES, A. L. A.; PEREIRA, L. G. R.; ARAUJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V.; COSTA, C. T. F.; OLIVEIRA, G. F. **Coprodutos do Desfibramento do Sisal como Alternativa na Alimentação de Ruminantes**: CIRCULAR TECNICA ONLINE 102, Petrolina, PE P. 03p, Junho, 2013.

SANTOS, R.D. PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; BRANDÃO, L. G .N.; ARAUJO, G. G. L.; ARAGÃO, A. S. L.; BRANDÃO, W.N.; SOUZA, R.A.; OLIVEIRA, G. F. **Consumo e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas que continham coprodutos do desfibramento do sisal**: Arq. Bras. Med. Vet. Zootec., v.63, n.6, p.1502-1510, 2011.

SAVASTANO JR, H.; AGOPYAN, V. **Microestrutura x desempenho dos compósitos reforçados com fibras vegetais.** In: Workshop sobre reciclagem e Reutilização de Resíduos como material de Construção Civil, São Paulo, 1996. Anais... São Paulo, Epusp/Antac, 1977, p.153-158.

SILVA O. R. R. F. **Cadeia Produtiva do Sisal no Nordeste Brasileiro.** Embrapa Algodão. 2ª edição, Sistema de Produção, 5 ISSN 1678-8710 Abr 2014. Disponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1118787/a-cadeia-produtiva-do-sisal-no-nordeste-brasileiro> Acesso: 15/02/2024

SILVA O. R. R. F.; CARVALHO O. S.; RAMOS E. S. B.; **Insumos**, Arvore do Conhecimento: sisal, Embrapa, Brasília, DF, Dezembro de 2021. Disponível em: < https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/sisal/pre-producao/insumos> Acesso: 15/02/2024

SILVA O. R. R. F.; COUTINHO W. M.; CARTAXO W. V.; SOFIATTI, V.; SILVA FILHO, J. L.; CARVALHO, O. S.; COSTA, L.B. **Cultivo do Sisal no Nordeste Brasileiro**: CIRCULAR TECNICA ONLINE 123, Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, Julho, 2008.

SILVA O. R. R. F.; COUTINHO W. M.; SUINAGA F. A.; CARTAXO W. V. **Importância socioeconômica**, Arvore do Conhecimento: sisal, Embrapa, Brasília, DF, Dezembro de 2021. Disponível em: < https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/sisal/pre-producao/socioeconomia/importancia-socioeconomica> Acesso: 15/12/2023

SILVA, F. M.; BRANDÃO, W. das N.; BARBOSA, M. A. G.; TERAO, D.; BATISTA, D. C. **Levantamento e distribuição espacial da podridão vermelha do sisal em áreas de produção da Bahia.** In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 4., 2009, Petrolina. Anais... Petrolina: Embrapa Semi-Ári-

do, 2009. p. 122-128. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 221). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA-2010/41775/1/OPB2553.pdf> Acesso: 13/12/2023

SILVA, O. R. R. F.; CARTAXO, W. V.; GONDIM, T. M. S.; ARAUJO, A. E.; SILVA, C. A. D. **A cadeia produtiva do sisal no Nordeste brasileiro.** Embrapa Algodão, Campina Grande, PB, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1118787/a-cadeia-produtiva-do-sisal-no-nordeste-brasileiro> Acesso: 15/02/2024

SILVA, O. R. R. F.; CARVALHO, O. S.; MOREIRA, J. A. N.; BANDEIRA, D. A.; COSTA, L. B.; ALVES, I.; **Peneira rotativa cnpa, uma alternativa para o aproveitamento da mucilagem na alimentação animal**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. 15p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/33374/1/PENEIRA-ROTATIVA-CNPA.pdf> Acesso: 15/02/2024.

SILVA, O.R.R.F.; BELTRÃO, N.E. de M. (Org.) **O Agronegócio do sisal no Brasil.** Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPA, 1999. 205p.

SOARES, A. C. F.; SALOMÃO, M. CANDEIAS, E. L.; ABREU, K. L. M. **Extrato do resíduo fresco e seco do sisal no controle de Aspergillus niger agente causal da podridão vermelha do sisal.** Fitopatologia Brasileira, Brasília, DF, v. 32, p. 218, 2007.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Correção do solo e adubação da cultura da soja.** EMBRAPA-CPAC, Circular Técnica, 33. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1996. 30p.

SOUZA SOBRINHO, J. de; SILVA, D.D. da; SILVA, F. de A.S. **Estudo sobre competição das variedades híbrido 11.648 e Agave sisalana na zona fisiográfica tabuleiro.** Salvador: Campanhia de Celulose da Bahia, 1985. p. irr.

SOUZA, J. O.; PAZ, G. D.; PIMENTA, R. M. B.; **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE COMPOSTOS ORGÂNICOS À BASE DE RESIDUOS DE SISAL E ESTERCOS DE AVES E DE OVINOS.** V Semana Científica do Agreste Pernambucano, 5., 2024, Garanhuns, PE: Universidade de Pernambuco, 2024. p. 2552-2556 - ISSN 2675-3731. Disponível em: < https://doity.com.br/secap/blog/anais> Acesso: 15/05/2024.

SOUZA, R. B.; SOUZA, A. A.; SILVA, O. R. R. F.; SILVEIRA, C. O. **Uso da fibra do sisal para confecção de fios e cordas.** In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Algodão (Campina Grande, PB). Agronegócio do sisal no Brasil. Campina Grande, 1999. p.145-160.

SUINAGA F. A.; SILVA O. R. R. F.; COUTINHO W. M.; **Cultivo de Sisal na Região Semiárida do Nordeste Brasileiro**: sistemas de produção. 5 ed. Campina Grande, EMBRAPA ALGODÃO, 2006. 42 p.

WRIGHT, W. K. Fabricação de baler twine. João Pessoa: Brascorda, 1985. 88p

SENAR

SENARPLAY.ORG.BR

SENAR

Senar Play

Baixe o aplicativo
Senar Play

DISPONÍVEL NO Google Play

Baixar na App Store

SGAN Quadra 601, Módulo K
Ed. Antônio Ernesto de Salvo

Brasília-DF • CEP: 70.830-903
Fone: +55 (61) 2109-1300